



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología

**CARACTERIZACIÓN Y PROCESADO DE KIWI Y
FRESA CULTIVADOS POR DIFERENTES SISTEMAS**

MARLENE NUNES DAMACENO

TESIS DOCTORAL

2007

Dr. ALBERTO CEPEDA SÁEZ, Catedrático de la Universidad y Director del Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología de la Universidad de Santiago de Compostela

INFORMA QUE:

MARLENE NUNES DAMACENO ha realizado en este Departamento, bajo la dirección de la Dra. M^a LOURDES VÁZQUEZ ODERÍZ, Dra. M^a ÁNGELES ROMERO RODRÍGUEZ y el Dr. ENRIQUE ARBONES MACIÑEIRA, el trabajo titulado **“CARACTERIZACIÓN Y PROCESADO DE KIWI Y FRESA CULTIVADOS POR DIFERENTES SISTEMAS”**, que presenta para optar al grado de Doctora en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Y para que conste, firma la presente en Santiago de Compostela, en mayo de 2007.

Fdo. **Dr. Alberto Cepeda Sáez**

Dra. M^a LOURDES VÁZQUEZ ODÉRIZ y Dra. M^a ÁNGELES ROMERO RODRÍGUEZ, Profesoras Titulares del Departamento de Química Analítica Nutrición y Bromatología y **Dr. ENRIQUE ARBONES MACIÑEIRA** Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Agroforestal, de la Universidad de Santiago de Compostela

AUTORIZAN:

A la presentación de la memoria titulada “CARACTERIZACIÓN Y PROCESADO DE KIWI Y FRESA CULTIVADOS POR DIFERENTES SISTEMAS”, realizada bajo su dirección, por **MARLENE NUNES DAMACENO**, en los laboratorios de Tecnología de los Alimentos, de Nutrición y Bromatología y en la Nave de Industrias Agrarias y Alimentarias, del Campus de Lugo, para optar al grado de Doctora en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Y para que conste, firmamos la presente en Lugo, en mayo de 2007.

Fdo. **Dra. M^a Lourdes
Vázquez Odériz**

Fdo. **Dra. M^a Ángeles
Romero Rodríguez**

Fdo. **Dr. Enrique
Arbones Maciñeira**

Marlene Nunes Damaceno

Dedicatoria

A mi familia.

A Manoel (1911–2005) y Etelvina, por todo

A Irene, por abdicarse en ellos.

*“Amigos a gente encontra
O mundo não é só aqui
Repare naquela estrada
Que distância nos levará ...
Quem me levará sou eu
Quem regressará sou eu ...”*
(Manduka e Dominginhos)

*"Eu sou de uma terra que o povo padece
Mas não esmorece e procura vencer.
Da terra querida, que a linda cabocla
De riso na boca zomba no sofrê
Não nego meu sangue, não nego meu nome.
Olho para a fome, pergunto: que há?
Eu sou brasileiro, filho do Nordeste,
Sou cabra da Peste, sou do Ceará."*
(Patativa do Assaré)

AGRADECIMIENTOS

Varios son los que han contribuido para que este trabajo llegara a buen término. Aunque no alcance mencionar, a todos registro respetuosamente mi gratitud.

Al Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC) por autorizar la estancia para la realización de los estudios.

A los directores de esta tesis Dra. M^a Lourdes Vázquez Oderíz, Dra. M^a Ángeles Romero Rodríguez y el Dr. Enrique Arbones Maciñeira por su disponibilidad permanente, su forma exigente y crítica de cuestionar las ideas presentadas facilitando el alcance de los objetivos.

A la profesora Nieves Muñoz Ferreiro, por su gran disponibilidad, por el aporte y las valiosas sugerencias en los métodos estadísticos.

A Lupe García, quien afortunadamente he conocido y siempre ha dado su apoyo incondicional. A Alicia Mondragón por la recepción, el apoyo desde la llegada y durante toda la estancia común. Que la larga jornada emprendida nos haga aun más conscientes del papel de educar.

A mis amigos por comprender mis ausencias y por sus generosos estímulos. Cuando permitimos el encuentro es difícil no seguir juntos en todas partes.

A los compañeros de laboratorio Alicia, Luis Eduardo, Loli, Sonia, Cristina, Silvia, Mónica, Perejon, Juan, Arancha, Alejandro, Alberto, Noelia, Sofía, Bea, Elena, José por los largos períodos compartidos en el paso investigativo.

Al Ministerio de Ciencia y Tecnología (Ref. AGL 2002-03018 ALI) por financiar la parte experimental de la investigación.

Al Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica de Galicia (CRAEGA), al Dr. Pedro Pablo Gallego (Universidad de Vigo) y los productores (Elia y Mar) que suministraron las muestras para la realización del estudio.

RESUMEN

Se ha analizado el efecto del cultivo sobre las características físico-químicas del kiwi (*Actinidia deliciosa*, (A. Chev.) C. F. Liang y A. R. Ferguson) y de la fresa (*Fragaria x ananassa*, Duch.). En el caso del kiwi, almacenado en cámara, se ha comprobado la influencia de tres tipos de cultivo (convencional, ecológico e integrado), utilizando el modelo de ANOVA con medidas repetidas split-plot. En el caso de la fresa, se ha estudiado la influencia de dos tipos de cultivo (convencional y ecológico) en varios muestreos, utilizando un diseño en bloque completo al azar.

Los kiwis procedentes del cultivo convencional presentan mayores concentraciones de sólidos solubles, vitamina C, K, Mg, Fe, Zn y Mn y las menores concentraciones de ácido málico, ácido oxálico y cenizas. Los kiwis procedentes del cultivo ecológico presentan las mayores concentraciones de ácido cítrico y ácido quínico. Los kiwis procedentes del cultivo integrado presentan características intermedias a las procedentes de los otros dos sistemas de cultivo.

Las fresas procedentes del cultivo convencional presentan las mayores concentraciones de sólidos solubles, materia seca, parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$), ácido cítrico, ácido málico, cenizas, Na, K, Ca y Fe. Las fresas procedentes del cultivo ecológico presentan las mayores concentraciones de vitamina C y Li.

Se han optimizado los procesos de elaboración de kiwi en almíbar y de mermelada de fresa, elaborándose ambos productos utilizando dos tipos de materia prima (procedente del cultivo convencional y ecológico) y dos tipos de procedimiento de elaboración (convencional y ecológico).

En los productos obtenidos se ha evaluado la influencia del proceso de elaboración sobre las características físico-químicas de las materias primas de partida, utilizando el test t-Student, observándose que éstas varían de forma significativa.

Además, se ha estudiado la influencia de la materia prima (convencional y ecológica) y del procedimiento de elaboración (convencional y ecológico), sobre las características físico-químicas de los productos obtenidos, utilizando en el caso del kiwi en almíbar un ANOVA de dos factores (producto y tiempo de almacenamiento) con contrastes de hipótesis a priori, y, en el caso de la mermelada de fresa, se ha realizado un ANOVA de dos factores (materia prima y procedimiento).

Las diferencias encontradas entre los distintos productos elaborados son debidas, fundamentalmente, a la materia prima.

El tiempo de almacenamiento influye en las características físico-químicas del kiwi en almíbar.

Palabras claves: kiwi, fresa, kiwi en almíbar, mermelada de fresa, cultivo convencional, ecológico e integrado, físico-químico.

ABSTRACT

The effect of the culture has been analyzed on the physicochemical properties of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, (A. Chev.) C.F. Liang and A.R. Ferguson) and of the strawberry (*Fragaria x ananassa*, Duch.). In the case of kiwifruit, storage rooms, the influence of three types of culture (conventional, ecological and integrated) using the split-plot and repeated measures designs ANOVA model. In the case of the strawberry, the influence of two types of culture (conventional and ecological) in several samples was studied, using a randomized design in complete block.

Kiwifruits from the conventional culture show greater concentrations of soluble solids, vitamin C, K, Mg, Fe, Zn and Mn and smaller concentrations of málic acid, oxalic acid and ash. Kiwifruits from the ecological culture show greater concentrations of citric acid and quínic acid. Kiwifruits from the integrated culture show characteristics in between those of other the two culture systems.

The strawberries from the conventional culture show greater concentrations of soluble solids, dry matter, parameters of color CIE ($L^*a^*b^*$), citric acid, malic acid, ash, Na, K, Ca and Fe. The strawberries from the ecological culture show greater concentrations of vitamin C and Li.

The production processes of kiwi in syrup and strawberry jam have been optimized, producing both products using two types of raw material (from the conventional and ecological culture) and two types from production (conventional and ecological).

The influence of the production process has been evaluated in products obtained based on the physicochemical properties of the raw materials to begin with, using the test t-Student, and observing that they vary significantly in form.

In addition, the influence of the raw material (conventional and ecological) and of the from production has been studied (conventional and ecological), based on the physicochemical properties of the products obtained using, in the case of kiwi in syrup, an ANOVA of two factors (product and time of storage) in contrast to priori hypothesis and, in the case of the strawberry jam, an ANOVA of two factors has been made (raw material and procedure).

The differences found between the different products produced are fundamentally due to the raw material.

The time of storage influences the physicochemical properties of kiwi in syrup.

Key words: kiwifruit, strawberries, kiwi in syrup, strawberry jam, conventional, ecological and integrated culture, physicochemical.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE TABLAS	xxi
I – INTRODUCCIÓN	01
1.1 KIWI	03
1.2 FRESA	08
1.3 CONSERVACIÓN POSCOSECHA	13
1.4 PROCESADO DE FRUTAS	17
1.4.1 Frutas en almíbar	23
1.4.2 Mermelada de frutas	24
1.5 AGRICULTURA ECOLÓGICA	29
1.5.1 Situación actual de la agricultura ecológica	35
1.6 PRODUCCIÓN INTEGRADA	38
1.6.1 Situación actual de la producción integrada	43
II – OBJETIVOS	45
III – MATERIAL Y MÉTODO	49
3.1 MUESTRAS	51
3.1.1 Kiwi	51
3.1.2 Fresa	52
3.1.3 Kiwi en almíbar	52
3.1.4 Mermelada de fresa	53
3.2 DETERMINACIONES ANALÍTICAS	54
3.2.1 Calibre	54
3.2.2 Dureza	55
3.2.3 Sólidos solubles	55
3.2.4 Color CIE (L*a*b*)	57
3.2.5 Actividad de agua	58
3.2.6 Materia seca	59
3.2.7 pH	60
3.2.8 Acidez titulable	61
3.2.9 Ácidos orgánicos	62
3.2.10 Azúcares	72
3.2.11 Fenoles totales	79
3.2.12 Cenizas	81
3.2.13 Minerales	82
3.2.14 Consistencia	83
3.2.15 Características técnicas de las conservas	84
3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	85
3.3.1 Kiwi	85
3.3.2 Fresa	86
3.3.3 Kiwi en almíbar	88
3.3.4 Mermelada de fresa	89
IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN	91
4.1 KIWI	93
4.1.1 Influencia de los diferentes sistemas de cultivo sobre las características físico-químicas del kiwi	93

4.2. FRESA	113
4.2.1 Influencia de los diferentes sistemas de cultivo y del muestreo sobre las características físico-químicas de la fresa	113
4.3. KIWI EN ALMÍBAR	126
4.3.1 Optimización del proceso de elaboración de kiwi en almíbar	126
4.3.1.1 Determinación de la proporción de sólidos en el envase	126
4.3.1.2 Pruebas de pelado	126
4.3.1.3 Cálculo del tiempo de tratamiento térmico	128
4.3.1.4 Determinación de la forma de presentación y la concentración del almíbar 1	129
4.3.1.5 Determinación del tipo de azúcar utilizado en la elaboración del almíbar	132
4.3.1.6 Determinación de la forma de presentación y la concentración del almíbar 2	135
4.3.2 Elaboración del kiwi en almíbar	136
4.3.3 Análisis del kiwi en almíbar	141
4.3.3.1 Influencia del proceso de elaboración del kiwi en almíbar sobre las características físico-químicas de la materia prima de partida	147
4.3.3.2 Influencia de la materia prima (convencional/ecológica) sobre las características físico-químicas del kiwi en almíbar	152
4.3.3.3 Influencia del procedimiento de elaboración (convencional/ecológico) sobre las características del kiwi en almíbar	154
4.3.3.4 Influencia del tiempo de almacenamiento sobre las características físico-químicas del kiwi en almíbar	156
4.4. MERMELADA DE FRESA	162
4.4.1 Optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa	162
4.4.1.1 Elección del gelificante	163
4.4.1.2 Determinación de la concentración de azúcar y de los tiempos de cocción	164
4.4.1.3 Determinación del tratamiento previo de la fruta y de los tiempos de cocción	166
4.4.2 Elaboración de la mermelada de fresa	175
4.4.3 Análisis de la mermelada de fresa	180
4.4.3.1 Influencia del proceso de elaboración de mermelada de fresa sobre las características físico-químicas de la materia prima de partida	185
4.4.3.2 Influencia de la materia prima (convencional/ecológica) y del procedimiento de elaboración (convencional/ecológico) sobre las características físico-químicas de la mermelada de fresa	188
V – CONCLUSIONES	193
BIBLIOGRAFÍA	197
ANEXOS	217
ANEXO A – Análisis de varianza – kiwi	219
ANEXO B – Análisis de varianza – fresa	223
ANEXO C – Ficha test – kiwi en almíbar	227
ANEXO D – Análisis de varianza – kiwi en almíbar	229
ANEXO E – Análisis de varianza – mermelada de fresa	233

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Corte longitudinal y transversal del fruto kiwi (var. Hayward).	05
Figura 2	Corte longitudinal y transversal de la fresa (var. Selva).	11
Figura 3	Logotipos e identificación de control de producción ecológica en la Unión Europea, España y en Galicia, respectivamente.	34
Figura 4	Distribución de la superficie destinada a la agricultura ecológica en el mundo en el año 2007.	36
Figura 5	Evolución de la producción ecológica en España de 1991 a 2006.	36
Figura 6	Distribución de la superficie (ha) destinada a la agricultura ecológica, por Comunidades Autónomas en el año 2006.	37
Figura 7	Distribución de la superficie (ha) destinada a la agricultura ecológica, por provincias en la Comunidad Autónoma de Galicia en el año 2006.	37
Figura 8	Distribución de la superficie (ha) destinada a la producción integrada, por Comunidades Autónomas en el año 2005.	44
Figura 9	Cromatograma a 215 nm de muestra de kiwi.	65
Figura 10	Cromatograma a 245 nm de muestra de kiwi.	65
Figura 11	Cromatograma a 215 nm de muestra de fresa.	65
Figura 12	Cromatograma a 245 nm de muestra de fresa.	66
Figura 13	Cromatograma a 215 nm de muestra de kiwi en almíbar.	66
Figura 14	Cromatograma a 245 nm de muestra kiwi en almíbar.	66
Figura 15	Cromatograma a 215 nm de muestra de mermelada de fresa.	67
Figura 16	Cromatograma a 245 nm de muestra mermelada de fresa.	67
Figura 17	Cromatograma a 215 nm de una mezcla patrón de los ácidos oxálico, quínico, málico y cítrico.	68
Figura 18	Cromatograma a 245 nm de un patrón de ácido ascórbico.	68
Figura 19	Recta de calibrado para el ácido ascórbico.	71
Figura 20	Recta de calibrado para el ácido cítrico.	71
Figura 21	Recta de calibrado para el ácido málico.	71
Figura 22	Recta de calibrado para el ácido oxálico.	71
Figura 23	Recta de calibrado para el ácido quínico.	72
Figura 24	Cromatograma de los azúcares en muestras de kiwi.	74
Figura 25	Cromatograma de los azúcares en muestras de fresa.	74
Figura 26	Cromatograma de los azúcares en muestra de kiwi en almíbar.	75
Figura 27	Cromatograma de los azúcares en las muestras de mermelada de fresa.	75
Figura 28	Cromatograma de una mezcla patrón de azúcares.	76
Figura 29	Recta de calibrado para la fructosa.	78
Figura 30	Recta de calibrado para la glucosa.	78
Figura 31	Recta de calibrado para la sacarosa.	79
Figura 32	Recta de calibrado para el ácido tánico.	81
Figura 33	Evolución del contenido de fructosa, glucosa y sacarosa en kiwi.	100
Figura 34	Evolución del contenido de ácido cítrico en kiwi.	104
Figura 35	Evolución del contenido de ácido quínico en kiwi.	105
Figura 36	Evolución del contenido de ácido málico en kiwi.	106
Figura 37	Evolución del contenido de ácido oxálico en kiwi.	107

Figura 38	Evolución del contenido de ácido ascórbico en kiwi.	109
Figura 39	Operaciones en la elaboración del kiwi en almíbar.	138
Figura 40	Diagrama de flujo para la obtención de kiwi en almíbar.	139
Figura 41	Evolución de los sólidos solubles en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.	156
Figura 42	Evolución de la fructosa, la glucosa y la sacarosa en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.	157
Figura 43	Evolución de la acidez en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.	158
Figura 44	Evolución de la materia seca en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.	159
Figura 45	Evolución de L^* , a^*/b^* y H^* en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.	160
Figura 46	Evolución de los ácidos orgánicos y vitamina C en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.	161
Figura 47	Muestras de los 16 tratamientos del ensayo factorial de optimización.	169
Figura 48	Distribución de los efectos sobre la variable SS en papel probabilístico normal.	172
Figura 49	Distribución de los efectos sobre la variable C^* en papel probabilístico normal.	173
Figura 50	Diferentes aspectos de las mermeladas de fresa (a) y (b).	174
Figura 51	Operaciones en la elaboración de mermelada de fresa.	177
Figura 52	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de mermelada de fresa.	178
Figura 53	Diagrama de dispersión de las medidas de consistencia en las mermeladas de fresa a los 30 y 60 días	189
Figura 54	Diagrama de dispersión de las medidas del ácido málico en las mermeladas de fresa a los 30 y 60 días	192

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Composición de kiwi, en 100 g de materia fresca.	06
Tabla 2	Principales productores mundiales de kiwi en el año 2005.	07
Tabla 3	Especies del género <i>Fragaria</i> y distribución geográfica.	08
Tabla 4	Composición de la fresa, en 100 g de materia fresca.	12
Tabla 5	Principales productores mundiales de fresa en el año 2005.	13
Tabla 6	Exigencias y tolerancias para mermeladas.	25
Tabla 7	ATRIAs, superficie (ha) y número de agricultores de producción integrada en España en el año 2005.	44
Tabla 8	Concentraciones, alícuotas, áreas y coeficientes de correlación para los diferentes ácidos orgánicos.	70
Tabla 9	Concentraciones, áreas, alícuotas y coeficientes de correlación para los diferentes azúcares.	77
Tabla 10	Concentraciones, alícuotas, absorbancia, y coeficiente de correlación para el ácido tánico.	81
Tabla 11	ANOVA para el modelo split-split.	86
Tabla 12	ANOVA para un diseño en bloques completos al azar.	87
Tabla 13	ANOVA para el modelo de dos factores con interacción.	90
Tabla 14	Datos de las variables físico-químicas evaluadas en kiwi (media+desviación estándar) y resultados del ANOVA de dos factores (cultivo y tiempo) con interacción.	94
Tabla 15	Datos de cenizas y elementos minerales evaluados en kiwi (media+desviación estándar) y resultados del ANOVA de un factor (cultivo).	110
Tabla 16	Datos de las variables físico-químicas evaluadas en la fresa (media+desviación estándar) y resultados del ANOVA de dos factores (cultivo y muestreo).	114
Tabla 17	Condiciones utilizadas en el pelado químico del kiwi.	127
Tabla 18	Determinación de la concentración de azúcar del almíbar.	130
Tabla 19	Factores y niveles analizados en el ensayo de la forma de presentación y la concentración del almíbar 1.	131
Tabla 20	Factores y niveles analizados en el ensayo del tipo de azúcar utilizado en la elaboración del almíbar.	133
Tabla 21	Factores y niveles analizados en el ensayo de la forma de presentación y la concentración del almíbar 2.	135
Tabla 22	Balance de masa en la elaboración de kiwi en almíbar convencional y kiwi en almíbar convencional/ecológico.	140
Tabla 23	Balance de masa en la elaboración de kiwi en almíbar ecológico.	141
Tabla 24	Características técnicas de las conservas de kiwi en almíbar tras la elaboración y a lo largo del tiempo de almacenamiento.	142
Tabla 25	Datos de las variables físico-químicas del kiwi de partida y del kiwi en almíbar (media+desviación estándar), resultados del ANOVA de dos factores (producto y tiempo de almacenamiento) y de los contrastes personalizados.	143
Tabla 26	Datos de las cenizas y los elementos minerales del kiwi de partida y del kiwi en almíbar (media+desviación estándar), resultados del ANOVA de un factor (producto) y de los contrastes personalizados.	146

Tabla 27	Test t-Student aplicado a las variables físico-químicas evaluadas en kiwi y kiwi en almíbar recién elaborado.	147
Tabla 28	Factores y niveles del ensayo preliminar de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.	164
Tabla 29	Resultados del ensayo preliminar de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.	165
Tabla 30	Factores y niveles del experimento factorial de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.	167
Tabla 31	Combinaciones de niveles de los 16 tratamientos del ensayo 2 ⁴ y matriz de cálculo de los efectos.	168
Tabla 32	Valores de las variables en los 16 tratamientos.	169
Tabla 33	Estadísticos descriptivos de las variables estudiadas en los 16 tratamientos.	170
Tabla 34	Tabla explicativa del ensayo factorial de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.	171
Tabla 35	Efecto de cada factor de control e interacciones en el ensayo factorial de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.	171
Tabla 36	Efecto de las variables en el ensayo factorial de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.	174
Tabla 37	Factores y niveles utilizados en el proceso de elaboración de mermelada de fresa.	179
Tabla 38	Balance de masas y proporciones de los ingredientes para las elaboraciones de mermelada de fresa.	180
Tabla 39	Datos de las variables físico-químicas de la fresa de partida y de mermelada de fresa a los 30 y 60 días de elaboración (media+ desviación estándar) y resultado del ANOVA de dos factores (materia prima y proceso de elaboración). Modelo completo y modelo aditivo.	181
Tabla 40	Test t-student entre las variables físico-químicas evaluadas en fresa y en mermelada de fresa recién elaborada.	185

I. INTRODUCCIÓN

1.1 KIWI

Según el Reglamento CE 1673/2004, los kiwis son «los frutos procedentes de las variedades (cultivares) obtenidas de *Actinidia chinensis* (Planch) o de *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang y A. R. Ferguson, destinados a ser entregados al consumidor en estado fresco, con exclusión de los destinados a la transformación industrial».

El kiwi es una planta trepadora originaria de las montañas del sur de China y cultivada en varias regiones del mundo, iniciándose el cultivo comercial en Nueva Zelanda en 1930. El nombre kiwi también se le otorga allí posiblemente por una remota similitud de aspecto entre el fruto cubierto de vellosidades y el ave kiwi. En 1959, el nombre kiwifruit se acepta en el comercio internacional reemplazando todas las denominaciones anteriormente atribuidas. En 1970 su cultivo se extiende a otros países de zona templada. (Bascuñana, 1989; Zuccherelli y Zuccherelli, 1990; Childers y col., 1995; Ferguson y col., 1996).

El genero *Actinidia* pertenece a la Familia Actinidiaceae, Orden Theales, Sub-clase Dilleniidae, Clase Magnoliopsida, Subfilo Magnoliophyta, Filo Anthophyta, Reino Plantae, Dominio Eukarya (Cronquist, 1981; Nabors, 2006). En el sistema de clasificación APG II (Angiosperm Phylogeny Group, 2003) la familia Actinidiaceae pertenece al orden Ericales.

Dentro del género *Actinidia* ya se han descrito más de 60 especies. Las principales especies pertenecen a tres secciones: a) sección *Stellatae*, *A. chinensis* Planch. y *A. deliciosa* (Chef.) Liang & Ferg., *A. latifolia* (Gardn. & Champ.) Merr, *A. eriantha* Benth., ricas en vitamina C; b) sección *Leiocarpae*, *A. arguta* (Sieb & Zucc.) Planch ex. Miq., *A. kolomikta* Maxim. Rupr, *A. melanandra* Franch., *A. polygama* (Sieb & Zucc.) Maxim., más adaptadas a clima frío; y c) sección *Maculatae*, *A. chrysantha* Liang, *A. indochinensis* Merr (Bascuñana, 1989; Ferguson, 1990; Ferguson y col., 1996; Cheah y Irving, 1997; Ferguson, 1997; Morley-Bunker y Lyford, 1999; Gil, 2000; Ferguson, 2007).

La especie *Actinidia chinensis* esta subdividida en tres variedades: *chinensis*, *hispida* y *setosa*. Las formas cultivadas pertenecen a *A. chinensis* (Planch) var. *hispida* (C. F. Liang). En 1984 Liang y Ferguson, comprobaron que la variedad *hispida* ya había sido descrita

antes como variedad deliciosa por A Chevalier, y proponen eliminar su denominación y erigirla como especie autónoma *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang y A. R. Ferguson (Liang y Ferguson, 1986; Zuccherelli y Zuccherelli, 1990; Johnson y col., 1992; Bliss, 1994). La especie *A. deliciosa* var. *deliciosa* ($2n = 170, 174$), fue separada de *A. chinensis* ($2n = 58$) por la diferencia en el número de cromosomas (Gil, 2000).

Entre las distintas variedades femeninas cultivadas de *A. deliciosa* se encuentran: Abbot, Allison, Bruno, Kramer, Hayward (Chico), Monty, Skelton y Wilkins Super y entre las masculinas Matua y Tomuri. La variedad Hayward es la más difundida en todas las plantaciones a nivel mundial. Está considerada como una buena variedad por poseer características agronómicas adecuadas tales como vigor, rusticidad, productividad y producir frutos de tamaño medio-grueso de forma regular, oval u oblonga tendiendo a forma redondeada. Presenta una vellosidad suave, fácilmente eliminable, y una pulpa que en la fase de madurez, además de mantenerse consistente, es delicuescente y perfumada, con un color verde brillante y presentando un equilibrio entre los sabores dulce y ácido.

Entre las variedades masculinas, la variedad Tomuri, de floración tardía, es empleada como polinizadora para Hayward en una proporción de plantas masculinas/femeninas que varía de 1:3 hasta 1:8. La variedad Matua presenta una floración más abundante y más prolongada pero, generalmente, anterior al periodo en que las flores de Hayward están preparadas para la floración (Río, 1979; Youssef y Bergamini, 1980; Bascuñana, 1989; Ferguson, 1990; Zuccherelli y Zuccherelli, 1990; Johnson y col., 1992; Ferguson y col., 1996; Cheah y Irving, 1997; Joyce, 2003).

Otras especies del género *Actinidia* tales como *A. chinensis* var. *rufopulpa* y *A. arguta* var *arguta* \times *melanandra* producen frutos con pulpa roja. Además de *A. chinensis* y *A. deliciosa*, otras especies producen frutos comestibles y son cultivadas de forma localizada entre éstas las más importantes son:

- *A. arguta*: especie polimorfa que resiste al frío y produce frutos de tamaño variable, pero en general pequeños, verduzcos o rojizos, sin pelos y con elevado contenido en ácido ascórbico (superior a *A. chinensis*). En España (Galicia) los frutos se denominan kiwifrutos.

- *A. kolomikta*: especie muy rústica con frutos muy pequeños de sabor dulce que maduran pronto. Actualmente, se utiliza como planta de jardín.

(Bascuñana, 1989; Ferguson, 1990; Ferguson y col., 1996; Cheah y Irving, 1997; Ferguson, 1997; Morley-Bunker y Lyford, 1999; Gil, 2000; Navarro, 2001; Nishiyama y col., 2004).

La actinidia presenta raíces carnosas y muy ramificadas lo que posibilita su propagación por estacas. Su comportamiento arbustivo permite el desarrollo de varios sarmientos a partir de la base del pie, que son dirigidos sobre un tutor pudiendo llegar a formar un tronco. Las yemas se forman en las axilas de las hojas y pueden ser de dos tipos: madera (originan sarmientos sin frutos) y mixtas (producen sarmientos con botones florales). Las hojas son caducas y las flores son hermafroditas, pero fisiológicamente dioicas lo que requiere la participación de insectos para la polinización. Los frutos son bayas con forma de elipse con epidermis de color pardo-verdoso recubierta de vellosidades. La pulpa es de color verde esmeralda y está repleta de pequeñas semillas de color negro dispuestas en forma de círculo. En el centro se encuentra la columela, también comestible, de color blanco crema, con forma alargada en el sentido de la máxima longitud del fruto (Figura 1) (Youssef y Bergamini, 1980; Bascuñana, 1989; Zuccherelli y Zuccherelli, 1990; Morley-Bunker y Lyford, 1999).

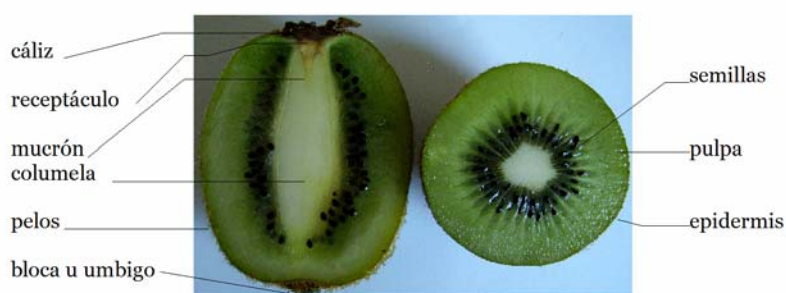


Figura 1 – Corte longitudinal y transversal del fruto kiwi (var. Hayward).

En cuanto a las propiedades nutritivas (Tabla 1), el kiwi tiene alto contenido en agua y fibra soluble e insoluble que ayuda a normalizar los niveles de colesterol y facilita el tránsito intestinal. Es poco calórico y presenta moderada cantidad de hidratos de carbono en forma de azúcares. Destaca su elevado contenido en vitamina C, dos frutos de tamaño

medio aportan cerca del 250% de la cantidad diaria recomendada de esta vitamina. También es rico en vitamina E y folatos, llegando a cubrir entre un 9 y un 20%, de las necesidades diarias de estas vitaminas, respectivamente. Es rico en minerales como potasio, magnesio y cobre (un fruto cubre el 10% de las necesidades diarias de magnesio), aunque es pobre en sodio. Posee la enzima proteolítica actinidina, que actúa desdoblado a las proteínas y, consecuentemente, facilitando su digestión. Además dicha actividad enzimática puede ser utilizada para el ablandamiento de carnes. Es uno de los pocos frutos que presentan coloración verde durante la madurez debido a la presencia de clorofilas cuyo contenido solo disminuye cuando el fruto entra en senescencia (Ferguson, 1990; Mitchell, 1994; Childers, y col., 1995; Salinero, 2001; <http://www.kiwifruit.org>; <http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/kiwi/intro.php>). Según Rush y col. (2006), el consumo diario de kiwi puede reducir algunos factores de riesgo asociados al cáncer.

Tabla 1 – Composición de kiwi, en 100 g de materia fresca.

Componente		Componente	
Agua (g)	83,07	Galactosa (g)	0,17
Ácidos orgánicos (g)	1,50	Glucosa (g)	4,11 – 5,32
Cenizas (g)	0,61	Fructosa (g)	4,35 – 4,92
Energía (kcal)	53,0 – 61,0	Maltosa (g)	0,19
Fibra (g)	1,50 – 3,90	Sacarosa (g)	0,15 – 1,46
Hidratos de Carbono (g)	12,10 – 14,66	Vitamina A IU	87,0
Lípidos (g)	0,44 – 0,52	Tiamina (mg)	0,027
Pectina (g)	0,30 – 1,10	Riboflavina (mg)	0,06
Proteína (g)	1,00 – 1,14	Niacina (mg)	0,6
Cloro (mg)	65,0	Acido Pantoténico (mg)	0,183
Calcio (mg)	34,0	Piridoxina (mg)	0,13
Cobre (mg)	0,13	Folatos totales (µg)	29,3
Fósforo (mg)	34,0	Vitamina C (mg)	92,7 – 94,0
Hierro (mg)	0,60 – 0,31	Vitamina E (mg)	1,46
Magnesio (mg)	17,0 – 27,0	Vitamina K (µg)	40,3
Manganeso (mg)	0,098 – 0,1	Ácido cítrico (mg)	990,0
Potasio (mg)	312,0	Ácido málico (mg)	500,0
Sodio (mg)	3,0 – 4,5	Ácido oxálico (mg)	0,18 – 1,63
Zinc (mg)	0,14	Ácido quínico (mg)	585,1

(Mitchell, 1994; Perez y col., 1997; Senser y Scherz, 1999; Souci, y col., 2000; Mataix y col., 2003; Farran y col., 2004; Gil, 2004; Sánchez, 2004; Rassan y Laing, 2005; Moreiras y col., 2006; http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl).

Al cultivo de kiwi en España se dedicó, en el año 2003, una superficie de 1.171 ha estando más extendido en el norte peninsular, representando Galicia y Asturias el 68,31% y el 11,95% respectivamente, de la superficie total. En ese mismo año la producción nacional fue de 12.696 t, representando la Comunidad Autónoma de Galicia el 64,11% de la producción total y las provincias de Pontevedra y Ourense el 41,95% y 22,55% respectivamente, de dicha producción (MAPA, 2004a).

En el año 2005 la superficie cultivada de kiwi en España se ha ampliado en un 13% en relación al año 2003 (MAPA, 2006a).

En el panorama mundial, en el año 2005, España se encontraba en la décima primera posición. El principal productor mundial es Italia al que siguen Nueva Zelanda, Chile y Francia (Tabla 2) (FAO, 2006).

Tabla 2 – Principales productores mundiales de kiwi en el año 2005.

País	Producción (t)
Italia	475.406
Nueva Zelanda	280.000
Chile	150.000
Francia	78.000
Grecia	40.000
Japón	38.000
Estados Unidos	24.000
Rep. Islámica de Irán	20.000
Portugal	10.331
República de Corea	10.000
España	9.000
Turquía	5.500
Australia	4.000
Israel	1.600
Suiza	400

Fuente: FAO 2006.

Durante el periodo comprendido entre los años 1998 y 2003, el consumo de kiwi en España sufrió un incremento siendo una de las frutas en las que más se ha incrementado el consumo. El consumo per cápita fue de 2,8 kg y en la Comunidad Autónoma de Galicia, éste fue de 3,30 kg. La tendencia al incremento en el consumo per cápita se explica por la preferencia por los frutos frescos, siendo los hogares los mayores demandantes con el 97,1%. (MAPA, 2004b).

1.2 FRESA

La fresa es una fruta conocida y apreciada desde la antigüedad, existiendo registros en escritos clásicos griegos y romanos. El nombre procede del latín «fragans» fragante. (Perez, 1979; Verdier, 1987; Maroto y López, 1988; Branzanti, 1989; Galletta y Bringhurst, 1990; Navarro, 2001). De hecho, pertenece al género *Fragaria* que se incluye en la Sub-Familia Rosoideae, Familia Rosaceae, Orden Rosales, Sub-clase Rosidae, Clase Magnoliopsida, Sub-filo Magnoliophyta, Filo Anthophyta, Reino Plantae, Dominio Eukarya (Cronquist, 1981; Nabors, 2006).

Existen numerosas especies silvestres o cultivadas que producen frutos comestibles del género *Fragaria*, que reciben la denominación común de fresa/fresón, y que han dado origen a numerosas variedades, por cultivo o cruzamiento, destacando su amplia distribución en las zonas templadas y subtropicales con una temperatura media anual que varía de 12 a 20°C (Alsina, 1970; Navarro, 2001). La más extendida es *Fragaria vesca* L. que se encuentra silvestre por toda Europa y Asia. Otras especies importantes son *Fragaria viridis* Duch. y *Fragaria moschata* Duch., originarias del Norte de Europa y Asia. De origen americano destacan *Fragaria chiloensis* Duch., y *Fragaria virginiana* Duch. Distintas especies del género *Fragaria* están reconocidas y divididas en cuatro grupos con siete cromosomas de número base (Tabla 3) (Maroto y López, 1988; Branzanti, 1989; Galletta y Bringhurst, 1990; Hancock y col, 1996).

Tabla 3 – Especies del género *Fragaria* y distribución geográfica.

Ploidía	Especies	Distribución geográfica
Diploides (2n = 14)	<i>Fragaria vesca</i> L. (fresa de los bosques)	Norte América, Asia, África y Europa
	<i>F. viridis</i> Duchense	Europa, Este y Centro de Asia
	<i>F. nilgerrensis</i> Schlecht.	Sudeste asiático y China
	<i>F. daltoniana</i> J. Gay	Asia (Himalaya)
	<i>F. nubicola</i> Lindl.	Asia (Himalaya) y Rusia
	<i>F. iinumae</i> Makino	Centro y Noreste de Japón
	<i>F. yezoensis</i> Hara.	Noreste de Japón
	<i>F. nipponica</i> Mak.	Japón
	<i>F. mandschurica</i> Staudt	Manchuria
	<i>F. moupinensis</i> (Franch). Card.	Este del Tíbet y China
Tetraploides (2n = 28)	<i>F. orientalis</i> Losinsk	Siberia, Mongolia, Manchuria y Corea
	<i>F. corymbosa</i> Los.	Noreste de China

Ploidía	Especies	Distribución geográfica
Hexaploide (2n = 42)	<i>F. moschata</i> Duch. (fresa hautbois/ caprón)	Noreste y Centro Europa
Octaploides (2n = 56)	<i>F. chiloensis</i> (L.) Duch.	Costa del Pacífico y Andes
	<i>F. virginiana</i> Duch.	Norte América
	<i>F. ovalis</i> (Lenh) Rydb. (<i>F. cuneifolia</i> , <i>platypetala</i> , <i>virginiana glauca</i> Staudt)	Norte América (Montañas Rocosas)
	<i>F. iturupensis</i> Staudt	Isla Iturup, Isla Kuril y Japón
	<i>F. x ananassa</i> Duch.	Híbrido

FONTE: Galletta y Bringham, 1990; Hancock y col., 1996.

Las fresas cultivadas actualmente, de frutos grandes, provienen de la especie *Fragaria* x *ananassa*, Duch., reconocida como un híbrido de dos especies nativas americanas, *F. chiloensis* (L.) Duch. y *F. virginiana* Duch. (Bianchini y col., 1974; Bianchi, 1986; Branzanti, 1989; Childers y col., 1995; Hancock y col., 1996; Thiele, 1999; Navarro, 2001).

Existe una gran cantidad de variedades de fresas, las más comercializadas son las de cultivo intensivo que, con la ayuda de invernaderos, consiguen tener presencia todo el año en el mercado. El ciclo vegetativo depende mucho del fotoperíodo, factor éste que clasifica las variedades en uníferas o de días cortos (menos de 12 horas de luz); reflorecientes o de día largo (más de 14 horas de luz) y remontantes o de día neutro (diferencia sus flores con cualquier duración del día). En general, se cultivan las más adaptadas localmente pues son conocidas en el mundo más de un millar de variedades debido a la gran capacidad de hibridación del fruto. A continuación se describen las principales variedades cultivadas en el mundo (Perez, 1979; Verdier, 1987; Stushnoff y Quamme, 1988; Branzanti, 1989; Hancock y col., 1996; Thiele, 1999; Navarro, 2001; Marín, 2004; <http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/fresa/intro.php>; http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/fresas.htm#1.Introducción).

- ▶ Camarosa: variedad de día corto, de origen californiano que presenta un fruto grande, muy precoz, de color rojo brillante, interior muy coloreado y de buen sabor y firmeza. Está adaptada a las condiciones agroclimáticas de la mayoría de las zonas frutícolas del mundo. Llegó a ocupar el 98% de la superficie cultivada de fresa en la provincia de Huelva, que a su vez supone más del 65% de la producción española.
- ▶ Carisma: variedad de día corto, muy vigorosa y rústica, capaz de adaptarse a todo tipo de suelos y climas, precoz y muy productiva. El fruto tiene forma cónica, a veces apostillada, de color rojo suave y de gran tamaño.

- ▶ Cartuno: presenta un fruto de forma cónica perfecta, calibre uniforme y color rojo brillante, de sabor azucarado y resistencia a la clorosis férrica.
- ▶ Chandler: variedad de día corto, precoz, que presenta frutos cuneiformes, de tamaño grande, de color rojo vivo intenso, sabor dulce y de gran calidad. Los aquenios son pequeños y están hundidos en la superficie del fruto, lo que les da un mejor sabor. En determinadas condiciones climáticas presenta una maduración incompleta, quedando el ápice de la fruta de color verde o blanco.
- ▶ Douglas: presenta frutos de gran tamaño y apariencia muy atractiva, color rojo vivo y marcado diformismo, con frutos piramidales, cuneiformes y pulpa rosada.
- ▶ Oso grande: variedad de origen californiano, de color rojo anaranjado, con forma de cuña achatada y tendencia a aparecer bilobulado, de calibre grueso y buen sabor. Presenta una tendencia al rajado del fruto, lo que supone un inconveniente.
- ▶ Pájaro: es una variedad de día corto, con frutos de forma cónica, de color rojo brillante, cuello blanco y grueso y de pulpa consistente con sabor muy apreciado. Utilizable tanto para la venta en fresco como para la industrialización.
- ▶ Reina de los valles: es una variedad de día neutro, predominante en el mercado español. Los frutos son pequeños, de forma cónica alargada, de color rojo blanquecino a rojo brillante, con succulenta pulpa de sabor dulce y aromática. Utilizable para consumo en fresco o para congelación.
- ▶ Selva: variedad de día neutro muy productiva. El fruto presenta gran calibre, forma cónica acunada, algo alargada, color rojo intenso brillante y uniforme y la pulpa es de color rojo anaranjado, un poco mas clara en la cercanía del corazón, poco jugosa y muy consistente. Se adapta bien a suelos de poca fertilidad pero es sensible a Botrytis, Oidio y Viruela, y además es atacada con facilidad por la arañita roja.

La fresa es una planta herbácea perenne, con raíces fasciculadas (primarias y secundarias) de aspecto fibroso, que surgen del tallo, próximas a la superficie del suelo. El tallo es muy corto y, en muchos casos, casi reducido a un disco que se divide o ramifica formando la corona. Las hojas son palmeadas, compuestas (trifolioladas) con borde dentado, insertadas mediante un pecíolo en la corona. De la axila de las hojas salen filamentos con nudos que dan lugar a los estolones, éstos, en contacto con el suelo, enraízan fácilmente, formándose así nuevas plantas. Esta es la principal forma de

propagación vegetativa. Las flores pueden ser hermafroditas y/o unisexuales reunidas en racimos o corimbos de color blanco o también rojo llamadas inflorescencias. La mayoría de las variedades cultivadas tienen sólo flores hermafroditas (Bianchini y col., 1974; Perez, 1979; Verdier, 1987; Maroto y López, 1988; Branzanti, 1989; Galletta y Bringhurst, 1990; Navarro, 2001).

El fruto o fresa es en realidad un «falso fruto» (infrutescencia), botánicamente denominado «eterio», formado por el engrosamiento del receptáculo floral, en el que están insertos los verdaderos frutos, llamados aquenios (pepitas). La parte central o «corazón» puede estar muy o poco desarrollada pudiendo haber frutos con corazón vacío. (Figura 2) (Bianchini y col., 1974; Perez, 1979; Verdier, 1987; Maroto y López, 1988; Branzanti, 1989; Galletta y Bringhurst, 1990; Navarro, 2001).



Figura 2 – Corte longitudinal y transversal de la fresa (var. Selva).

Las fresas son frutas que aportan pocas calorías y cuyo componente más abundante después del agua son los hidratos de carbono (fructosa, glucosa y sacarosa). Destaca su aporte de fibra y el alto contenido en ácido cítrico y vitamina C. La ingesta diaria recomendada para esa vitamina (100–150 mg/día) puede ser satisfecha con un promedio de 100 g de fresas por día (Kafkas y col. 2007). Contienen también ácido málico y ácido oxálico, potasio y, en menor proporción, vitamina E y vitamina B₅ (niacina). Los pigmentos vegetales que le confieren a estas frutas su color característico son los flavonoides (antocianos) (Tabla 4).

El cultivo de fresa y fresón en el año 2003, en España, representó una superficie de 9.145 ha, ocupando la Comunidad Autónoma de Andalucía el 81,06% de la superficie sembrada a nivel nacional y, dentro de la cual el 77,06% de dicha superficie, está

representado por la provincia de Huelva. En cuanto a la producción nacional la provincia de Huelva, produce el 89,98% seguida de las Comunidades Autónomas de Cataluña y Galicia con el 2,02 y 1,97% de la totalidad de la producción nacional, lo que representa 264.237 t. En la Comunidad Autónoma de Galicia las provincias de Pontevedra y A Coruña representan el 60,68 y el 20,41%, respectivamente, de la producción gallega de esta fruta (MAPA, 2004a).

Tabla 4 – Composición de la fresa, en 100 g de materia fresca.

Componente		Componente	
Agua (g)	90,95	Almidón (g)	0,04
Ácidos Orgánicos (g)	1,0	Fructosa (g)	2,5 – 3,5
Ceniza (g)	0,4	Glucosa (g)	2,04 – 3,03
Energía (kcal)	32,0 – 34,0	Sacarosa (g)	0,12 – 0,35
Fibra (g)	2,0	Xilitol (g)	0,03
Hidratos de Carbono (g)	4,66 – 7,68	Sorbitol (g)	0,03
Lípidos(g)	0,3 – 0,5	Vitamina A IU	12,0
Proteína (g)	0,7	Tiamina (B ₁) (mg)	0,024
Calcio (mg)	16,0	Riboflavina (B ₂) (mg)	0,06
Cloro (mg)	14,0	Niacina (B ₃) (mg)	0,386
Cobre (mg)	0,048	Acido Pantoténico (B ₅) (mg)	0,125
Fósforo (mg)	24,0 – 26,0	Piridoxina (B ₆) (mg)	0,047
Flúor (µg)	25,0	Folatos totales (µg)	24,0
Hierro (mg)	0,42 – 0,7	Vitamina C (mg)	58,8 – 60,0
Magnesio (mg)	13,0	Vitamina E (mg)	0,29
Manganeso (mg)	0,386	Vitamina K (µg)	2,2
Potasio (mg)	153,0	Ácido cítrico (mg)	870,0
Sodio (mg)	1,0 – 2,0	Ácido málico (mg)	140,0
Yodo (µg)	1,0	Ácido oxálico (mg)	16,0
Zinc (mg)	0,14	Ácido salicílico (mg)	1,4

(Senser y Scherz, 1999; Mataix y col., 2003; Farran y col., 2004; Gil, 2004; Sánchez, 2004; Moreiras y col. 2006; http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl).

En el año 2005 la superficie cultivada de fresa en España se ha ampliado en un 54% en relación al año 2003 (MAPA, 2006a).

En el panorama mundial, en el año 2005, España se encontraba en la segunda posición después de Estados Unidos en la producción de fresa (Tabla 5), (FAO, 2006).

En el periodo 2002–2003, el consumo de fresas y fresones en España tuvo un aumento del 2,5% y 3,0%, respectivamente. El consumo per cápita fue de 2,3 kg para fresa

y fresón, siendo en la Comunidad Autónoma de Galicia de 2,14 kg. La tendencia al incremento en el consumo per cápita de fresa se explica por la preferencia por los frutos frescos, siendo los hogares los mayores demandantes de fresa/fresón con el 96,7% (MAPA, 2004b).

Tabla 5 – Principales productores mundiales de fresa en el año 2005.

País	Producción (t)
Estados Unidos	974.500
España	308.000
Federación de Rusia	217.000
Japón	200.000
República de Corea	200.000
Polonia	180.000
Turquía	160.000
Italia	154.495
México	150.261
Alemania	131.915
Marruecos	106.100
Egipto	100.000
Francia	51.900
Reino Unido	48.000
Bélgica	42.000

Fuente: FAO 2006.

1.3 CONSERVACIÓN POSCOSECHA

Los productos vegetales forman parte de la dieta humana desde el inicio de la historia. La importancia del valor nutritivo de frutas y hortalizas ha sido señalada frente a la prevención de diversas enfermedades degenerativas, cardíacas, obesidad, etc., muchas de éstas atribuidas en parte, a una dieta inadecuada o al estilo de vida moderno. De hecho, ya era conocido en el siglo XVII, la capacidad de los frutos cítricos para la cura del escorbuto, si bien el descubrimiento del ácido ascórbico como agente responsable para prevenir dicha enfermedad, no ocurrió hasta 1930 (Wills, y col. 1988).

La producción de frutos y hortalizas se ha incrementado por todo el mundo; en parte, debido al aumento de la población, pero, también, como consecuencia del elevado nivel de vida en algunos países y de la acción de difusión emprendida por las agencias de

salud gubernamentales fomentando el consumo de estos productos. La FAO¹/OMS² recomienda una ingesta diaria de frutos y hortalizas de 400 g al día para prevenir enfermedades crónicas, en particular las cardiopatías, el cáncer, la diabetes tipo 2 y la obesidad. Para el USDA³ la ingestión es de 5 a 9 porciones⁴, aproximadamente 400 a 700 g de frutas al día (<http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/24439-es.html>; <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg2.htm>; <http://www.rense.com/general60/nationalflouridatabase.htm>; FAO/WHO, 2003).

En España la campaña «5 al día» fue creada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, al amparo de la OMS y de la FAO, en repuesta al bajo consumo actual de hortalizas y de frutas. En ella se insiste en la necesidad de incrementar la ingesta diaria de dichos alimentos hasta alcanzar al menos los 400 g diarios (<http://www.5aldia.com/>).

En general, se considera que las frutas y hortalizas se encuentran en el punto ideal para la recolección cuando las características visuales y la dureza son óptimas. Sin embargo, su deterioro o no, tras la cosecha depende de algunos factores a considerar:

- ▶ previos a la recolección: tales como el grado de madurez en el momento de la recolección, que afecta a la calidad y la duración de la conservación, y el método de recolección, que influye en la importancia de los daños mecánicos y en la variabilidad del estado de madurez en el momento de recolectar;
- ▶ poscosecha: tal como el acondicionamiento automatizado, incluyendo la clasificación por tamaño, color, defectos visibles etc., y su calidad interna, además del almacenamiento refrigerado, que en la actualidad emplea el sistema de aire forzado, para la reducción de la temperatura con renovación periódica del aire, lo que permite mantener las concentraciones de etileno por debajo de 1 ppm (Sánchez, 2004).

Para el kiwi, que a diferencia de otros frutos no presenta variación en los caracteres externos que puedan indicar la madurez del mismo, las condiciones óptimas de recolección

¹ FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

² OMS/WHO, Organización Mundial de la Salud.

³ USDA, United States Department of Agriculture.

⁴ Una porción equivale a aproximadamente 80 g de frutas y hortalizas excluyendo los tubérculos feculentos como patatas y yuca. (<http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg2.htm>).

son determinadas tras un muestreo en campo. El criterio de recogida es cuando el fruto presenta un valor de 6,2 – 6,5 °Brix. Una concentración de sólidos solubles superior a 10 °Brix y una dureza inferior a 5 kg indican que se ha iniciado la maduración. Cuando la dureza del fruto se encuentra entre 2,5 y 3,0 kg el fruto debe ser rápidamente comercializado. (Ferguson, 1990; Cheah y Irving, 1997; Clark y col. 1998; Morley-Bunker y Lyford, 1999; Crisosto y Crisosto, 2001; Costa y col., 2002; Reglamento CE 1673/2004; Arazuri y col. 2005; Fisk y col. 2006; Stevenson y col., 2006). En Nueva Zelanda se recolecta con valores de dureza de 0,9 a 1 kg para la comercialización inmediata valor que define la madurez de consumo⁵ (Herrero y Guardia, 1992). Sin embargo algunos consumidores prefieren que la dureza sea de 0,75 – 0,85 kg y otros de 0,5 – 0,6 kg (Ferguson y col., 1996).

De forma general, después de su acondicionamiento y envasado los kiwi deben presentarse enteros (aunque sin pedúnculo) sanos, limpios, exentos de materias extrañas visibles y de parásitos, suficientemente duros, bien formados, desprovistos de humedad exterior anormal y exentos de olor o sabor extraños (Reglamento CE 1673/2004).

Las condiciones de conservación del kiwi requieren un mantenimiento en locales frescos durante 24 a 48 horas, inmediatamente después de la recolección para favorecer la cicatrización del pedúnculo. A continuación, se almacenan en cámaras frigoríficas con aire forzado. La temperatura de almacenamiento óptima se sitúa entre –0,5 y +0,5°C y la humedad relativa entre el 90 y el 95% aunque se recomienda una humedad superior al 95% para que la dureza mantenga valores elevados. Por ser un fruto climatérico, es conveniente que la temperatura del fruto sea de 0°C para evitar la respiración y la emisión de etileno. El kiwi es muy sensible al etileno pudiendo madurar en 3 días en concentraciones de 1 a 2 ppm debido a su baja actividad respiratoria. Durante el almacenamiento una pérdida de peso del 3% es el límite para una buena presencia comercial (Herrero y Guardia, 1992; Cheah y Irving, 1997; Thompson, 1998; Morley-Bunker y Lyford, 1999; Crisosto y col., 2002). En estas condiciones de almacenamiento, los kiwis pueden conservarse durante 4 – 6 meses (Cheah y Irving, 1997; Talens y col., 2003) e incluso hasta 9 meses (Morley-Bunker

⁵ Madurez de consumo: es el estado caracterizado por el grado óptimo de madurez demandado por el consumidor, según su gusto. Lleva implícito dos estados: en origen y en destino según el tiempo necesario hasta llegar a los mercados. (Quinza, 1973; Wills y col., 1988).

y Lyford, 1999). La temperatura óptima de maduración es de 15°C y, después de alcanzada la madurez óptima, se conserva durante un mes en frigorífico a 4°C. (Sánchez, 2004).

En el caso de la fresa la recolección es realizada de forma manual prácticamente en todo el mundo. Las primeras bayas maduras aparecen a los treinta días después de la apertura de la flor y la madurez comercial se establece en función del color de la superficie de la fresa. La recolección ocurre cuando el fruto ha adquirido el color típico de la variedad en la mitad o 3 cuartas partes de la superficie del fruto, si se destina a mercados lejanos, o bien toda la superficie coloreada si se destina a mercados locales o en caso de variedades de pulpa compacta y resistente. La recogida del fruto para el consumo debe hacerse conservando el cáliz y una pequeña parte del pedúnculo, salvo las fresas producidas en Finlandia y Dinamarca, pertenecientes a variedades que pierden fácilmente el cáliz en la cosecha y que, por tanto, podrán venderse desprovistas de éste en su región de producción. La fruta cosechada se deposita en cajones de poca profundidad y mucha superficie, normalmente divididos en cuatro secciones, y se almacena en sitio fresco hasta el transporte hacia las cámaras frigoríficas. Al mismo tiempo se realizan las etapas de selección y envasado. Los frutos recogidos requieren una temperatura de 0 a 0,5°C y una humedad relativa de 90 a 95% para maximizar la vida comercial durante un período de 1 a 5 días (Verdier, 1987; Maroto y López, 1988; Wills, y col., 1988; Branzanti, 1989; Herrero y Guardia, 1992; Hancock y col., 1996; Mitcham y col., 2002; Reglamento CE 843/2002; Almenar y col., 2006). Childers y col. (1995) indican la posibilidad de un periodo de 10 días de almacenamiento a temperatura de 0°C en frutos procedentes de un cultivo en Norte América, así como la utilización de maquinaria en la recolección para los cultivares Cardinal, Linn, Olympus, y Stoplight que se adaptan bien a la cosecha mecanizada (Moore, 1988).

La fresa es un fruto no climatérico siendo uno de los productos más perecederos del sector hortofrutícola. Los principales problemas de poscosecha son: daños mecánicos y decoloraciones en la piel, deformaciones, deshidrataciones, sobremadurez y enfermedades específicas. El agua, el calor, y/o el transporte inadecuado aceleran la descomposición de algunos frutos que contaminan rápidamente al resto (López, 2001; Sánchez, 2004).

Los índices de calidad poscosecha para las fresas/fresones son la apariencia (color, tamaño, forma, ausencia de defectos), la firmeza, el sabor, un contenido en sólidos solubles mínimo de 7 °Brix y una acidez titulable de 0,8% como máximo (Mitcham, y col. 2002). Como requisitos mínimos de calidad todas las categorías deben presentar frutos enteros, sanos, limpios sin materias extrañas visibles, con aspecto fresco, pero sin lavar, exento de plagas, sabores y olores extraños (Reglamento CE 843/2002).

1.4 PROCESADO DE FRUTAS

Según el Código Alimentario Español (CAE, 2006), la denominación genérica de fruta comprende «el fruto, la infrutescencia, la semilla o las partes carnosas de órganos florales que hayan alcanzado un grado adecuado de madurez y sean propias para el consumo humano» estableciendo las siguientes clasificaciones:

– según su naturaleza:

- ▶ Carnosas: aquellas cuya parte comestible posee en su composición al menos un 50% de agua.
- ▶ Secas o de cáscara: aquellas cuya parte comestible posee en su composición menos de un 50% de agua (almendra, avellana, castaña, nuez, ...).
- ▶ Oleaginosas (frutas y semillas): aquellas que son empleadas para la obtención de grasas y para el consumo humano (aceituna, cacahuete, coco, girasol, sésamo, piñón).

– según su estado:

- ▶ Fruta fresca: es la destinada al consumo inmediato sin sufrir tratamiento alguno que afecte a su estado natural.
- ▶ Fruta desecada: es el producto obtenido a partir de frutas frescas, a las que se ha reducido la proporción de humedad por la acción natural del aire y del sol.
- ▶ Fruta deshidratada: es el producto obtenido a partir de frutas carnosas frescas a las que se ha reducido la proporción de humedad mediante procesos apropiados y autorizados. El grado de humedad residual será tal que impida toda alteración posterior.

Las frutas, por su propia naturaleza biológica, desde el momento de la cosecha tienden a pasar por una serie de modificaciones que presentan un carácter diferente dependiendo del tipo de alteración que intervenga. Los cambios físicos, bioquímicos (internos o externos) y microbiológicos favorecen su descomposición además de la actuación de factores ambientales como la temperatura, la humedad y la sequedad, el aire (principalmente el oxígeno), la luz y el tiempo (Aleixandre, 1977; Casp y Abril, 1999).

Los métodos para conservar los alimentos son resultado de la manipulación del mismo, de tal forma que sea posible preservarlos de la acción de microorganismos, capaces de modificar las condiciones sanitarias y de sabor, y de la actividad bioquímica manteniendo sus propiedades nutritivas durante un largo periodo de tiempo.

El procesado de los frutos está basado en normas que regulan la higiene, la calidad (materia prima, agua de proceso, etc.), el envasado, el empleo de aditivos, el etiquetado, la autenticidad, los controles para exportación e importación, etc. Las normas de calidad internacionales, como la ISO⁶ 9000 (EN⁷ 29.000) constituyen un referente tanto para el establecimiento de procesos de elaboración como para la implantación/reforma de industrias en el área de alimentos (Taylor, 1997).

Entre las técnicas empleadas para la conservación de los alimentos se encuentra el tratamiento térmico que permite eliminar varias categorías de microorganismos e inactivar los enzimas que pudiesen alterar el producto y hacerlo impropio para el consumo. Sin embargo, este tipo de tratamiento presenta algunos inconvenientes por los cambios que ocurren en el producto y que afectan a la calidad y al valor nutritivo del mismo, como la destrucción de vitaminas, desnaturalización de proteínas, caramelización de azúcares, gelificación de almidones, destrucción de pigmentos, modificación de sabores y texturas, pérdidas y cambios de aromas e incluso producción de sustancias tóxicas (Aleixandre, 1977; Casp y Abril, 1999).

⁶ ISO, International Standards Organization. Organización Internacional para la Estandarización, creada en 1946 y constituida por institutos de normalización de varios países del mundo que elabora normas y recomendaciones requeridas por el mercado contribuyendo a que el desarrollo, la fabricación y el suministro de productos sea más eficiente, seguro y limpio, además de salvaguardar los derechos de los consumidores y usuarios.

⁷ EN 29000 Norma Europea sobre calidad.

La actuación del calor sobre los microorganismos y los constituyentes del alimento requiere un conocimiento de sus propiedades intrínsecas, así como de los factores externos capaces de producir alteraciones en su composición. La termorresistencia presentada por los microorganismos depende inversamente de la actividad de agua del medio así como de su acidez. Según Casp y Abril (1999), en cuanto al pH los alimentos pueden ser clasificados en cuatro grupos:

- ▶ Alimentos de acidez baja ($\text{pH} > 5,3$)
- ▶ Alimentos de acidez media ($5,3 > \text{pH} > 4,5$)
- ▶ Alimentos ácidos ($4,5 > \text{pH} > 3,7$)
- ▶ Alimentos muy ácidos ($\text{pH} < 3,7$).

Un tratamiento térmico debe ajustarse de forma que se consigan los resultados deseables (inactivación enzimática, ablandamiento de los tejidos, mejora de la digestibilidad, etc.) y se minimicen los indeseables (destrucción de nutrientes, pérdida de calidad sensorial). La elección del tratamiento térmico más apropiado dependerá de los siguientes factores: naturaleza del alimento (líquido, sólido, pastoso), estabilidad requerida en el producto final y susceptibilidad al deterioro. El tratamiento térmico seguro debe ser capaz de destruir los microorganismos patógenos e inactivar los no patógenos, lo que se consigue optimizando el binomio tiempo-temperatura que satisfaga estos requerimientos.

En función de ello, se pueden seleccionar los siguientes tratamientos: el escaldado o blanqueado, la cocción, la pasteurización y la esterilización. En los dos primeros procesos se consigue una cierta reducción de la flora microbiana presente y los últimos tienen como fin la destrucción microbiana (Aleixandre, 1977; Herson y Hulland, 1985; Fellows, 1988; Burrows, 1997; Casp y Abril, 1999; Potter y Hotchkiss, 1999; Candela y Astiasarán, 2000; Sielaff y Schleusener, 2000; Azeredo, 2004; Emond, 2004; Ludikhuyze y col., 2004; Ibarz y Barbosa-Cánovas, 2005).

- ▶ Escaldado: es un tratamiento térmico de corta duración que consiste en mantener el producto algunos minutos a temperaturas próximas a $95 - 100^{\circ}\text{C}$. Su principal finalidad es inactivar o destruir enzimas que puedan originar alteraciones en el producto durante el almacenamiento en estado congelado, deshidratado o enlatado, de ahí que no sea considerado un sistema de conservación en sí mismo sino un

tratamiento previo. Por otra parte, al eliminar el aire de los espacios intercelulares de los tejidos del producto se incrementa su densidad y se evita que flote en el líquido de gobierno. Además, aumenta la facilidad de acomodación del alimento en el envase permitiendo una manipulación segura durante el envasado.

- ▶ **Cocción:** es un tratamiento que se realiza en agua o vapor a temperaturas próximas a los 100°C, al que se someten los alimentos que se pretenden elaborar como conserva, deshidratados o congelados durante un tiempo relativamente largo. El método empleado es función del estado físico del alimento, del espesor y de las formas vegetativas de los patógenos que pueden estar presentes en el alimento. En general, se considera que alcanzada la temperatura de 70°C en el centro del producto, los microorganismos termosensibles son destruidos. Si las temperaturas de cocción son bajas o si el tiempo aplicado es insuficiente las formas vegetativas de las bacterias patógenas pueden sobrevivir. Además de la reducción del número de microorganismos patógenos no esporulados a niveles inocuos y la inactivación/destrucción de enzimas, la cocción provoca el ablandamiento de los tejidos; la eliminación del aire y otros gases para evitar la oxidación e incrementa la permeabilidad de las paredes celulares. También es utilizado para modificar atributos como el sabor, la textura, el color, la composición, la digestibilidad, etc.
- ▶ **Pasteurización:** es un tratamiento térmico que utiliza temperaturas inferiores a 100°C que tiene por finalidad destruir los microorganismos patógenos e inactivar enzimas presentes en el alimento. Generalmente, se puede elegir entre dos sistemas LTLT⁸ o HTST⁹ de acuerdo con las características del producto que se va a tratar. Para alimentos poco ácidos como por ejemplo la leche, el objetivo es destruir la flora patógena (bacilo de Koch¹⁰ es el de referencia) y reducir la flora banal garantizando un producto con características muy próximas al que se encuentra en estado natural pero con mayor tiempo de conservación bajo condiciones de refrigeración. Al ser

⁸ LTLT (Low Temperatura–Long Time) baja temperatura y largo tiempo, pasteurización lenta con temperaturas entre 58°C e 70°C durante algunos minutos.

⁹ HTST (High Temperatura–Short Time) alta temperatura y corto tiempo, pasteurización rápida en la que se utilizan temperaturas superiores a 70°C durante algunos segundos y enfriamiento inferior a 5°C.

¹⁰ Bacilo de Koch, *Mycobacterium tuberculosis* o bacilo de la tuberculosis.

aplicado a alimentos ácidos, como por ejemplo los zumos de frutas, en los que no hay crecimiento de bacterias esporuladas, sirve para la estabilización del producto respetando sus características organolépticas, al mismo tiempo en que se eliminan los microorganismos sensibles al calor (los más termorresistentes pueden destruirse a 93,3°C que es la temperatura de referencia para el *Bacillus coagulans*), y las levaduras y los mohos (que aunque pueden crecer en este medio no soportan los medios anaerobios).

- ▶ Esterilización: es un tratamiento térmico de alta intensidad realizado a temperaturas superiores a 100°C que se aplica para conseguir la esterilización comercial permitiendo que el producto sea suficientemente estable para soportar un almacenamiento de larga duración a temperatura ambiente. Este tratamiento térmico, por tanto, inactiva todos los microorganismos patógenos y deterioradores que puedan crecer en condiciones normales de almacenamiento. Generalmente, se aplica a productos poco ácidos en los que puede desarrollarse el *Clostridium botulinum*, bacteria anaerobia estricta formadora de endosporas, cuyas células vegetativas producen la toxina¹¹ natural más potente conocida. La esterilización puede ser aplicada antes o después del envasado según las características del alimento.
 - esterilización antes del envasado: se aplica a los alimentos líquidos, cuya viscosidad permite bombearlo. Utiliza un circuito cerrado en el que el líquido circula sucediéndose las etapas de precalentamiento, esterilización, enfriamiento y envasado aséptico. Este tratamiento suele denominarse UHT¹² y afecta muy poco a las propiedades organolépticas del alimento además de ahorrar tiempo, mano de obra, energía y espacio.
 - esterilización tras el envasado: la aplicación del tratamiento térmico en los productos envasados requiere unos tratamientos previos antes del cierre. Si son productos sólidos se deben escaldar o cocer y adicionar en su caso un líquido de

¹¹ Toxina botulínica es una exotoxina (se produce en el metabolismo normal de la bacteria) cuya dosis letal (LD₅₀) para las toxinas del tipo A y B es < 1,0 µg y de aproximadamente 10,0 µg para las del tipo E y F (Bell y Kyriakides, 2000).

¹² UHT (Ultra High Temperature) uperización o calentamiento a temperatura ultra elevada que varía de 130 a 150°C durante 2 a 5 segundos y enfriamiento a 30°C.

cobertura caliente, proceder a realizar un cierre hermético y la esterilización y el enfriado final.

La penetración de calor en los productos envasados depende básicamente de la naturaleza del producto, que es la que determina el mecanismo de transmisión de calor (Casp y Abril, 1999; Ibarz y Barbosa-Cánovas, 2005). Así, se pueden clasificar estos productos en:

- ▶ líquidos de baja viscosidad: permiten el uso de corrientes de convección produciendo un calentamiento muy rápido.
- ▶ Sólidos o líquidos de alta viscosidad: el calor se transmite por conducción lo que ocurre de forma más lenta con oscilaciones de temperatura durante el calentamiento y enfriamiento en puntos distintos de la masa del producto.
- ▶ Líquidos mezclados con sólidos de pequeño tamaño: la penetración de calor es determinada, en general, por la movilidad del líquido.
- ▶ Sólidos con un líquido de cobertura: el líquido se calienta por convección y el sólido por conducción.
- ▶ Productos que empiezan a calentarse por conducción y que, por cambios en su estructura y propiedades reológicas, terminan el proceso calentándose por convección.

Entre los diferentes productos elaborados de frutas el Código Alimentario Español considera derivados de frutas «los zumos, néctares, derivados de tomate y confecciones obtenidas a partir de cualquier tipo o variedad de fruta o frutos frescos, mediante tratamiento o manipulación adecuados».

A su vez, confecciones de frutas «es el nombre genérico de los productos obtenidos a partir de frutas frescas o de su zumo, sometidos o no a un proceso de preparación mecánica previo, tratadas, en todo caso, por cocción con o sin materias azucaradas y que se conservan, posteriormente, mediante procedimientos adecuados». Las frutas en almíbar y la mermelada se integran en ese grupo (CAE, 2006).

1.4.1 Frutas en almíbar

El Real Decreto 2420/1978 define las frutas en almíbar como «los productos obtenidos a partir de frutas enteras, mitades, segmentos, tiras o cubos, rodajas o gajos, a los que se ha adicionado un jarabe de cobertura cuya graduación final será, como mínimo de 14 °Brix» (CAE, 2006). La Orden de 21 de noviembre de 1984 aprueba la Norma de Calidad para conservas vegetales y establece que, para las frutas en almíbar, en ningún caso serán empleados edulcorantes artificiales. Además, las denomina, según la concentración, en °Brix en el producto terminado, como:

- ▶ Almíbar ligero: de 14 a 17 °Brix
- ▶ Almíbar: de 17 a 20 °Brix
- ▶ Almíbar denso: más de 20 °Brix

La legislación comunitaria en el Reglamento CE 1535/2003 define almíbar como «el líquido resultante de combinar agua con azúcar cuyo contenido total de azúcar, determinado previa homogenización, es como mínimo igual a 10 °Brix». En el caso de las frutas en almíbar éstas deben estar en proporciones específicas, cuyo valor máximo puede alcanzar el 65% del peso total de componentes de la conserva.

La conservación de las frutas en almíbar tiene como principio la reducción del agua disponible por la adición de azúcar. Las características de las frutas empleadas para la elaboración en almíbar que más influyen en el producto final son la composición, la textura, la forma y el tamaño de los trozos (Casp y Abril, 1999).

La inmersión de la fruta en el jarabe da lugar a fenómenos de transferencia de masa debido al equilibrio espontáneo generado entre los dos materiales. Las sustancias se transfieren del medio menos concentrado en soluto al más concentrado (ósmosis). El componente que sale en mayor cantidad es el agua seguido de ácidos, minerales, azúcares, pigmentos, etc. También ocurre transferencia de masa del jarabe hacia la fruta que se produce de forma lenta en los primeros momentos de contacto permaneciendo constante a lo largo del periodo de almacenamiento.

Estas migraciones están influenciadas por la permeabilidad de las paredes celulares, lo que depende de la especie, de la variedad y del área expuesta de la fruta, de los tamaños moleculares y de la fuerza iónica del jarabe. El incremento de la temperatura durante el tratamiento térmico combinado con una agitación acelera este efecto.

Las etapas importantes en la elaboración de frutas en almíbar son: las operaciones preliminares, el escaldado, la elaboración del almíbar, el llenado y el tratamiento térmico (Holdsworth, 1987; Southgate, 1992; Hernández-Briz, 1993; Casp y Abril, 1999; Sánchez, 2004).

- ▶ Las operaciones preliminares incluyen la recepción, la selección, el lavado, el pelado y el corte. Estas operaciones sirven para desechar la materia prima deteriorada. El tipo de pelado dependerá del tipo de fruta y puede ser manual, mecánico (abrasión), químico (cáustico) y térmico.
- ▶ El escaldado tiene por objetivos inactivar las enzimas, evitando los posibles cambios en el color, el olor, etc. y eliminar el aire del producto.
- ▶ La preparación del almíbar consiste en mezclar agua con azúcar, hasta conseguir el contenido de sólidos solubles deseado.
- ▶ El llenado de los envases se realiza añadiendo de forma alternada trozos de fruta escaldada con el almíbar en caliente. A continuación, los envases son cerrados invertidos, para favorecer la expulsión del aire ocluido, y sometidos al tratamiento térmico.
- ▶ El tratamiento térmico empleado produce la estabilización fisicoquímica y microbiológica de la mezcla almíbar-trozos de fruta. La temperatura y el tiempo de tratamiento dependerán del tipo de fruta empleada, del material del recipiente y su capacidad, del pH de la fruta, de la concentración del almíbar, de la población microbiana inicial y del tiempo de estabilidad previsto.

1.4.2 Mermelada de frutas

Según el Código Alimentario Español, la mermelada «es la confección en que el azúcar está íntimamente mezclado con el fruto previamente tamizado y cuyo origen no se puede identificar morfológicamente» (CAE, 2006).

El Real Decreto 670/1990 en el que se recogen las normas de calidad para la elaboración de conservas define:

- Mermelada Extra: como «el producto preparado por cocción de frutas frescas enteras, troceadas o trituradas a las que se han incorporado azúcares hasta conseguir un producto semilíquido o espeso. La cantidad de fruta utilizada para la fabricación de 1.000 g de producto acabado no será inferior a 500 g. El contenido en materia soluble, determinado por refractometría será igual o superior a 40% e inferior a 60%».
- Mermelada: que se diferencia de la categoría anterior por poder utilizar frutas tamizadas o no y por presentar en 1.000 g de producto acabado una cantidad de fruta no inferior a 300 g.

Dicha norma además establece las exigencias y tolerancias referentes al contenido mínimo de fruta, color, sabor, número de huesos, pedúnculos, restos de vegetal, piel y semillas permitidas en la elaboración de los dos tipos de mermeladas (Tabla 6).

Tabla 6 – Exigencias y tolerancias para mermeladas.

Factores	Mermelada Extra	Mermelada
Contenido mínimo en fruta	50%	30%
Color	Típico	Aceptable
Sabor	Típico	Aceptable
Número de huesos	—	—
Fragmentos de huesos	1 en 100g	2 en 100g
Pedúnculo de fresas y bayas	1 en 100g	2 en 100g
Restos de vegetal propio	1 en 100g	2 en 100g
Restos de piel	1 en 100g	2 en 100g
Semillas	1 en 100g	2 en 100g

En la composición de la mermelada, además de la fruta y el azúcar se pueden incluir agentes gelificantes, acidificantes y otros aditivos permitidos por la legislación (Rauch, 1980; Holdsworth, 1987; Southgate, 1992; Hernández-Briz, 1993; Broomfield, 1997; Cohn y Cohn, 1997; Koen, 1999; Ansorena, 2000; Gierschner, 2000; Coronado y Hilario, 2001; Sánchez, 2004).

- Fruta: la fruta debe estar sana, sin ninguna alteración y con el grado de madurez adecuado para que conserve todo su aroma, color y sabor así como el contenido en azúcares y pectinas adecuado. El empleo de frutas ácidas con valor de pH que oscila

entre 2,8 a 3,8 limita el desarrollo de microorganismos patógenos y posibilita únicamente el ataque de hongos y levaduras.

- ▶ **Azúcar:** el azúcar es el ingrediente que entra en mayor proporción después de la fruta. El azúcar, al combinarse con la pectina actúa como agente de gelificación contribuyendo a las características de textura definitivas de la mermelada. La alta adición de azúcar tiene por objetivo impedir la fermentación y la cristalización. El más comúnmente usado es la sacarosa, la glucosa, el jarabe invertido o la miel. En algunas mermeladas dietéticas se utiliza el sorbitol como edulcorante. A veces se utilizan mezclas de diferentes azúcares para modificar el sabor dulce, resaltar el color, aroma y sabor de la fruta. El jarabe de glucosa puede ser utilizado para sustituir del 5 al 15% de la sacarosa, dar un aspecto más brillante e impedir la exudación (conocida como llanto) y la formación de cristales, aumentando la calidad de la mermelada.
- ▶ **Pectina:** principal agente de gelificación, está presente en la pulpa, la piel y las semillas de las frutas en mayor o menor grado. Tiene la propiedad de gelificar en medio ácido azucarado; en medio poco ácido y en presencia de calcio. Además funciona como agente espesante, estabilizante y de suspensión lo que ha extendido su uso en la industrialización de las frutas. La elección de la pectina es variable según el poder gelificante de ésta, la fruta sobre la que se va a utilizar, las características del producto que se desea obtener y el proceso de elaboración. La cantidad a añadir depende igualmente de la materia prima que, a su vez, se ve afectada por las condiciones climáticas, las técnicas de cultivo, la variedad, el estado en que se encuentra el fruto en el momento de la recolección y el transporte a la industria. El valor comercial de la pectina viene dado por su capacidad para formar geles y su calidad se expresa en grados SAG¹³ que indican la cantidad de azúcar que esta pectina puede gelificar en condiciones óptimas. Las pectinas industriales se clasifican en dos grupos principales, dependiendo del mecanismo de gelificación:

¹³ Grados SAG: cantidad (g) de sacarosa que son gelificados por 1 g de pectina en una solución acuosa de 65 °Brix y valor de pH 3,2 aproximadamente, obteniéndose un gel de una consistencia determinada. Los grados SAG de la pectina extraída de una fruta varían con el grado de madurez, el proceso de extracción y las condiciones de almacenamiento de la pectina obtenida.

- pectinas altamente metoxiladas (HMP): forman geles sólo si el contenido en sólidos solubles totales es superior al 55% y dentro de un intervalo restringido de pH (2,8 a 3,5).
- pectinas de grado de metoxilación bajo (LMP): poseen un grado de esterificación inferior al 50% y gelifican en intervalos más amplios de sólidos solubles y pH, en presencia de calcio.

Cada uno de los dos grupos está formado por varios tipos que difieren en la velocidad de gelificación. Aunque todos reciban el mismo nombre, por ejemplo: gelificación lenta, media o rápida, no son exactamente idénticos. Para modular la velocidad de gelificación se altera químicamente la molécula de pectina añadiendo o sustrayendo grupos hidroxilo metilados.

Para las mermeladas envasadas en recipientes pequeños (máximo 1 kg) se emplea las pectinas de alto metoxilo de gelificación media y rápida que impiden que la fruta en trozos flote durante la fase de enfriamiento. La pectina de gelificación lenta es utilizada en la elaboración de mermeladas y geles, en general, y para productos que deben ser envasados en recipientes de grandes dimensiones. La rapidez de gelificación depende también de la concentración de sólidos solubles; si excede del 74%, incluso las pectinas de gelificación lenta pueden gelificar demasiado deprisa.

Las pectinas de bajo metoxilo son empleadas para la elaboración de productos con bajo contenido en azúcares como confituras dietéticas y productos lácteos entre otros, ya que con grados de esterificación más bajos pueden gelificar contenidos en sólidos totales inferiores. En teoría, su gelificación se puede lograr sin añadir azúcar, pero en la práctica cantidades inferiores al 20% de azúcar conducen a sinéresis.

- ▶ **Ácido:** actúa como agente conservador y confiere brillo, color, mejora el sabor y ayuda a evitar la cristalización, además contribuye a bajar el pH y obtener la condición óptima para la gelificación. En general, se emplean los ácidos cítrico, málico, tartárico, o simplemente zumo de limón que además de acidificar incorpora pectina que se encuentra en disolución en el propio zumo. Los ácidos láctico y fosfórico son mas raramente utilizados.

Las principales etapas en la elaboración de mermeladas son la preparación preliminar, la cocción, la concentración, el llenado y el tratamiento térmico (Rauch, 1980;

Holdsworth, 1987; Southgate, 1992; Hernández-Briz, 1993; Broomfield, 1997; Sánchez, 2004).

- ▶ Las operaciones preliminares incluyen la recepción, la selección, el lavado y el corte del fruto. En estas operaciones se eliminan tallos, hojas, porciones de frutas o frutos deteriorados y cualquier partícula extraña que pueda estar adherida a la fruta. El lavado contribuye a eliminar residuos de tratamientos antifúngicos y plaguicidas. La fruta puede ser utilizada entera y/o triturada, tamizada, etc.
- ▶ La cocción promueve el ablandamiento de los tejidos por la rotura de las membranas celulares de la fruta extrayendo la pectina y mejorando la absorción del azúcar. Los ingredientes son adicionados en una secuencia lógica y el producto es mantenido siempre en movimiento. Es importante para eliminar por evaporación trazas de productos químicos empleados en la conservación de la pulpa como el dióxido de azufre. La cocción puede efectuarse en recipiente abierto (de fácil control), a vacío (permite trabajar a bajas temperaturas y grandes cantidades) y en circuito cerrado (permite conservar casi intactas las características organolépticas de la fruta).
- ▶ En la etapa de concentración el producto permanece a baja temperatura con agitación constante, para eliminar el agua por evaporación, hasta que su contenido en sólidos alcance la concentración deseada. Se concluye con la adición de los demás ingredientes. El azúcar es disuelto completamente y entra en ebullición promoviendo la inversión de parte de la sacarosa hasta alcanzar el punto de gelificación.
- ▶ El llenado se realiza en caliente (82 a 88°C). El producto es distribuido de forma uniforme (manual o mecánicamente) en los recipientes. Los envases son cerrados y sometidos al tratamiento térmico.
- ▶ El tratamiento térmico que se aplica es una pasteurización, debido a la cantidad de los azúcares presentes y la acidez del producto.

1.5 AGRICULTURA ECOLÓGICA

La agricultura ecológica tiene su origen en varios métodos alternativos de producción que se han ido desarrollando desde comienzos del siglo XX, básicamente en el norte de Europa. En estos movimientos alternativos, la agricultura biodinámica (1924), la agricultura biológica (1930) y la agricultura orgánica (1940) ya consideraban el vínculo entre la agricultura, la naturaleza y el respeto de los equilibrios naturales (Le Guillou y Scharpé, 2001; Torre, 2001; Molina-Casino y Pérez-Sarmentero, 2004)

En los años cincuenta, el principal objetivo de la agricultura era el de satisfacer las necesidades inmediatas de alimentos y de mejorar el nivel de autoabastecimiento de la población mediante un fuerte incremento de productividad utilizando prácticas agrícolas que explotaban el suelo además de la aplicación de fertilizantes y fitosanitarios (Le Guillou y Scharpé, 2001; Torre, 2001).

A finales de los años sesenta y, sobre todo, en los años setenta, empieza a surgir una toma de conciencia sobre la necesidad de proteger el medio ambiente, creándose asociaciones de productores, consumidores, etc., que se interesan por la ecología y por una vida más ligada a la naturaleza.

Sin embargo, es en los años ochenta cuando se produce el verdadero despegue de la agricultura ecológica en la mayor parte los países europeos, en Estados Unidos, Canadá, Australia y Japón, alentados por el afán de los consumidores más preocupados en comprar productos sanos y más respetuosos con el entorno (Le Guillou y Scharpé, 2001).

Paralelamente, en muchos países desarrollados surgen iniciativas y estímulos que apoyan la producción de alimentos ecológicos a través de subvenciones o subsidios directos o indirectos a los productores, elaboradores y comercializadores, tanto a escala nacional como regional (Minetti, 2002).

El 24 de junio de 1991, se aprobó y adoptó por el consejo de la Comunidad Europea el Reglamento CEE 2092/1991, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios alimenticios. En ese Reglamento, desarrollado y modificado

posteriormente (Reglamento CE 1935/1995; Reglamento CE 1804/1999; Reglamento CE 392/2004), se establecen las normas que debe cumplir un producto agrícola o un alimento para poder llevar algún tipo de referencia al método de producción ecológica. Además de definir en que consiste este método de obtención de productos vegetales y animales, regula el etiquetado, la transformación, la inspección y el comercio de los productos ecológicos dentro de la Comunidad, así como la importación de productos de ese tipo de terceros países, constituyendo el reconocimiento legal de la agricultura ecológica en los Estados miembros.

La normativa comunitaria (Reglamento CEE 2092/1991) indica que la agricultura ecológica es aquel «sistema de gestión de las explotaciones agrarias que implica importantes restricciones en el uso de fertilizantes y pesticidas, evitándose aquellos que procedan de síntesis artificial. Esta forma de agricultura descansa sobre una diversidad de prácticas de cultivo, técnicas agronómicas tradicionales, rotaciones de cultivo completas, etc., y tiene como objetivos fundamentales conservar y proteger el medio ambiente, promover un desarrollo sostenido en las zonas rurales, ofrecer a los productores un medio de sustento y proporcionar a los consumidores alimentos de calidad y libres de residuos químicos».

Ese movimiento de reconocimiento oficial se extendió a otros países y dio lugar a iniciativas de carácter internacional. En noviembre de 1998, la IFOAM¹⁴ adopta y define los objetivos principales de la agricultura ecológica, que no son de obligado cumplimiento pero constituyen las líneas guía para los interesados en ingresar en ese sistema de producción y están basados en los siguientes principios e ideas de la FAO:

- ▶ Producir alimentos de elevada calidad nutritiva y en suficiente cantidad.
- ▶ Interactuar constructivamente y potenciando la vida de todos los sistemas y ciclos naturales.
- ▶ Fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema que comprenden los microorganismos, la flora y la fauna del suelo, las plantas y los animales.
- ▶ Mantener e incrementar a largo plazo la fertilidad de los suelos.

¹⁴ IFOAM, Federación Internacional de Movimientos de la Agricultura Orgánica, creada en 1972, que agrupa organizaciones de todo el mundo dedicadas a la producción, la certificación, la investigación, la educación y el fomento de la agricultura ecológica.

- ▶ Emplear, en la medida de lo posible, recursos renovables en sistemas agrarios organizados localmente.
- ▶ Trabajar, en la medida de lo posible, dentro de un sistema cerrado con respeto a la materia orgánica y los nutrientes minerales.
- ▶ Trabajar, en la medida de lo posible, con materiales y sustancias que puedan ser utilizadas de nuevo o recicladas, tanto en la finca como en otro lugar.
- ▶ Criar animales conforme a las exigencias naturales de las especies.
- ▶ Minimizar todas las formas de contaminación que puedan ser producidas por las prácticas agrícolas.
- ▶ Mantener la diversidad genética del sistema agrícola y de su entorno, incluyendo la protección de los hábitats de plantas y de animales silvestres.
- ▶ Permitir que los productores agrarios lleven una vida acorde con los derechos humanos de la ONU¹⁵, cubran sus necesidades básicas, obtengan unos ingresos adecuados, reciban satisfacción de su trabajo y dispongan de un entorno laboral sano.
- ▶ Tener en cuenta el impacto social y ecológico del sistema agrario (Minetti, 2002; Molina-Casino y Pérez-Sarmentero, 2004).

En junio de 1999, la Comisión del *Codex Alimentarius*¹⁶ adopta las directrices para la producción, elaboración, etiquetado y comercialización de alimentos producidos orgánicamente basándose en informes de especialistas de todo el mundo, considerando que la agricultura ecológica «es un sistema global de producción agrícola (vegetales y animales) en el que se da prioridad a los métodos de gestión sobre el uso de insumos externos, empleando métodos de cultivo biológico y mecánicos al de productos químicos sintéticos». Para ello, deben tenerse en cuenta los siguientes objetivos:

- ▶ aumentar la diversidad biológica del sistema en su conjunto.
- ▶ incrementar la actividad biológica del suelo.
- ▶ mantener la fertilidad del suelo a largo plazo.

¹⁵ ONU, Organización de las Naciones Unidas.

¹⁶ *Codex Alimentarius*, Comisión creada en 1963 por la FAO y la OMS para desarrollar normas alimentarias, reglamentos y otros textos relacionados, tales como códigos de prácticas, bajo el Programa Conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias. (http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp).

- promover un uso saludable del suelo, del agua y del aire, y reducir al mínimo todas las formas de contaminación de estos elementos que pueden resultar de las prácticas agrícolas.
- basarse en recursos renovables y en sistemas agrícolas organizados localmente.
- reutilizar los desechos de origen vegetal y animal a fin de devolver nutrientes a la tierra, reduciendo al mínimo el empleo de recursos no renovables.
- manipular los productos agrícolas utilizando métodos de elaboración cuidadosos, a efectos de mantener la integridad orgánica y la calidad del producto en todas sus etapas.
- establecerse en cualquier finca existente a través de un período de conversión cuya duración adecuada dependerá de factores específicos para cada lugar, como la historia de la tierra y el tipo de cultivo y ganado que hayan de producirse (Le Guillou y Scharpé, 2001; Minetti, 2002).

También en 1999, la FAO aprobó un programa de trabajo sobre agricultura ecológica destinado a fomentar el desarrollo de este modo de producción en los países en vías de desarrollo.

La legislación comunitaria sobre certificación de productos ecológicos, tanto para la producción interna como para las importaciones, está regulada por el Reglamento CEE 2092/1991 del Consejo y las Normas Europeas EN 45010¹⁷/45011¹⁸ (o sus equivalentes internacionales ISO 65/1996 e ISO 62/1996, respectivamente). Además, la UE¹⁹ reconoce como equivalentes una serie de estándares internacionales voluntarios, como los de la IFOAM/1995 y la guía para la producción, procesamiento, etiquetado y comercio de productos ecológicos elaborada por FAO/WHO *Codex Alimentarius*, aunque no tienen estatus legal en la UE (García-Martínez y Bañados, 2004).

¹⁷ La Norma Europea 45010 especifica los requerimientos generales para la evaluación y acreditación de organismos certificadores.

¹⁸ La Norma Europea 45011 especifica los requerimientos para la operación de organismos certificadores, asegurando que el proceso de certificación ha sido aplicado de manera confiable y consistente, facilitando la aceptación nacional e internacional.

¹⁹ UE, Unión Europea.

El Reglamento CE 1991/2006 autoriza la comercialización en el mercado comunitario de productos agrarios y alimentarios etiquetados con la denominación «ecológico» importados de terceros países, siempre que sus organismos o autoridad de control hayan sido homologados a través de la Norma Europea EN 45011 o la Guía ISO/IEC 65. Además, se incluyen los establecimientos cuyo sistema de producción presenten equivalencia evaluada por las directrices del *Codex Alimentarius* CAG/GL32²⁰.

En España, la agricultura ecológica se encuentra regulada legalmente desde 1988. En el Real Decreto 759/1988 se incluyeron «los productos agroalimentarios obtenidos sin el empleo de productos químicos de síntesis en el régimen de denominaciones de Origen, Genéricas y Específicas» y en la Orden Ministerial de 4 de Octubre de 1989, se aprueba el Reglamento de la Denominación Genérica «Agricultura Ecológica» y su Consejo Regulador (CRAE), lo cual ha venido aplicándose hasta la entrada en vigor, el 1 de Enero de 1993, del Reglamento CEE 2092/91 sobre la «producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios» fecha a partir del cual prevalecieron los preceptos de la normativa comunitaria (García-García, 2004; Molina-Casino y Pérez-Sarmentero, 2004).

El Consejo actuó en todo el territorio español hasta el traspaso de las competencias sobre la agricultura ecológica a las Comunidades Autónomas en 1993, mediante el Real Decreto 1852/1993, sobre «producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios», se creó la Comisión Reguladora de la Agricultura Ecológica (CRAE), configurada como órgano colegiado adscrito al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para el asesoramiento en esa práctica agronómica y para asegurar la aplicación uniforme, eficaz y correcta de los preceptos del Reglamento comunitario en todo el territorio nacional (Molina-Casino y Pérez-Sarmentero, 2004).

«Se considera que un producto lleva indicaciones referentes al método ecológico de producción cuando en el etiquetado, en la publicidad o en los documentos comerciales, el producto o sus ingredientes se identifiquen con el término «ecológico», «biológico» u «orgánico», así como sus diminutivos y derivados habituales, tales como «bio», «eco», etc.,

²⁰ CAG/GL32 Directrices para la producción, elaboración, etiquetado y comercialización de los alimentos producidos orgánicamente. Elaboradas en 1999 y revisadas en 2001, 2003 y 2004.

acompañados o no del nombre del producto, sus ingredientes o su marca comercial» (Real Decreto 1614/2005 conforme al Reglamento CE 392/2004).

El Reglamento comunitario (Reglamento CEE 2092/91) indica que los sistemas de control pueden ser realizados por autoridades públicas o por organismos privados, autorizados y supervisados por la autoridad competente. En España, el control y la certificación de la producción agraria ecológica se lleva a cabo mayoritariamente, a través de Consejos o Comités de Agricultura Ecológica territoriales, constituidos como organismos dependientes de las Consejerías o Departamentos de Agricultura de las Comunidades Autónomas o directamente por Direcciones Generales adscritas a las mismas. No obstante, cuatro Comunidades Autónomas (Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha y Madrid) han autorizado a organismos privados para la realización de estas funciones (Molina-Casino y Pérez-Sarmentero, 2004; MAPA, 2005a).

Los productos de la agricultura ecológica pueden ser identificados en el mercado por llevar además de su propia marca, una etiqueta (o contraetiqueta) numerada y un logotipo o anagrama específico con el nombre y/o código de la autoridad u organismo de control y la leyenda «Agricultura Ecológica» (Figura 3). Esto garantiza que la finca o industria donde se ha producido o elaborado el producto está sometida a los controles e inspecciones de la Autoridad o del Organismo correspondiente y cumple las normas establecidas en el Reglamento CEE 2092/1991 (Le Guillou y Scharpé, 2001; Marcos-Sanz, 2003).



Figura 3 – Logotipos e identificación de control de producción ecológica en la Unión Europea, España y en Galicia, respectivamente.

Este logotipo y la indicación de control no es obligatorio y los agentes económicos pueden utilizarlos siempre y cuando cumplan las condiciones siguientes:

- ▶ un mínimo de 95% de los ingredientes fueron producidos según las normas de la agricultura ecológica;
- ▶ todo el proceso de producción y de elaboración fue sometido al régimen de control e inspección previsto en el Reglamento CEE 2092/1991;
- ▶ se comercialicen como alimentos preenvasados o en envases sellados (venta directa);
- ▶ lleven en la etiqueta el nombre y/o la razón social del productor, elaborador o vendedor, así como el número de código del organismo de certificación.

1.5.1 Situación actual de la agricultura ecológica

La superficie destinada a la agricultura ecológica, a nivel mundial, es de 30,6 millones de ha. A esta superficie aún se suman los cultivos agrícolas silvestres estimados en 62 millones de ha. A excepción de tres países (Liechtenstein (27,9%), Austria (14,16%) y Suiza (10,94%)), todos los demás presentan una superficie destinada a la agricultura ecológica inferior al 10,0% del total de la superficie utilizada para agricultura y en más de 50 de ellos, es menor del 1,0%. España ocupa la séptima posición entre los países con más tierras orgánicas con un 3,2% del total de la superficie agrícola destinada a agricultura ecológica (Willer y Yussefi, 2007).

En el total de tierras agrícolas destinadas a producción ecológica en el mundo (Figura 4), se observa que Oceanía lidera el ranking con un 39,0% del total, lo que suponen 11,8 millones de ha. Sin embargo, gran parte de la superficie está destinada al cultivo de pastos. A continuación, están el continente Europeo y Latinoamérica con un 23,0% y un 19,0%, respectivamente, lo que se corresponde con 6,9 y 5,8 millones de ha. En cuarta y quinta posición se encuentran Asia y Norteamérica con un 9% y un 7%, respectivamente representando 2,9 y 2,2 millones de ha, respectivamente. Finalmente, se encuentra África con un 3,0% de la superficie total lo que equivale a 0,9 millones de ha (Willer y Yussefi, 2007).

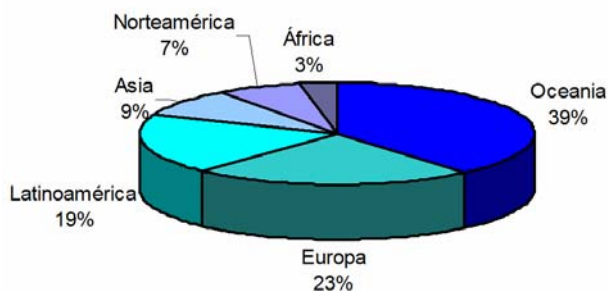


Figura 4 – Distribución de la superficie destinada a la agricultura ecológica en el mundo en el año 2007.

Según el MAPA (2006b), en España, la agricultura ecológica representa una superficie cultivada de 926.390 ha, en el año 2006 lo que representa un incremento de 99,5% en relación al año 1991. El número de operadores (productores, elaboradores e importadores) se ha incrementado un 97,9% en el mismo período (Figura 5).

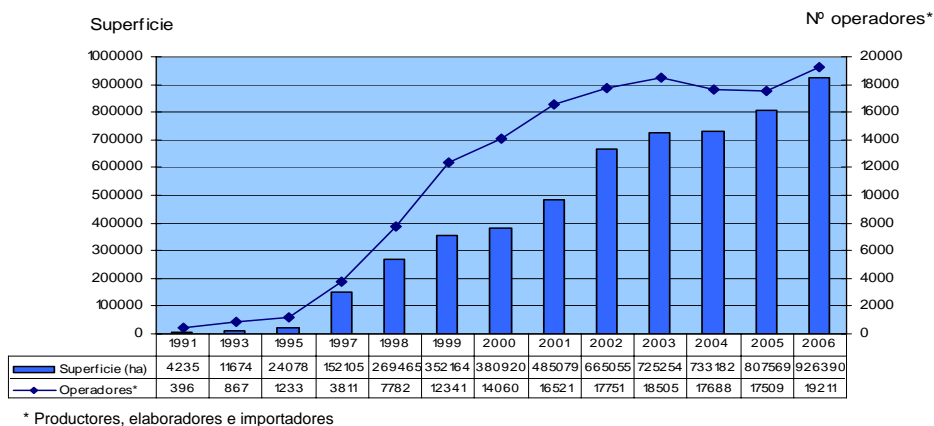


Figura 5 – Evolución de la producción ecológica en España de 1991 a 2006.

Entre las Comunidades Autónomas más representativas, en cuanto a la superficie total destinada a producción ecológica, están Andalucía con un 58% del total (537.269 ha), Aragón con un 7,61% del total (70.515 ha), Extremadura con un 6,96% del total (64.557 ha) y Cataluña con un 5,97% del total (55.355 ha) (Figura 6) (MAPA, 2006b).

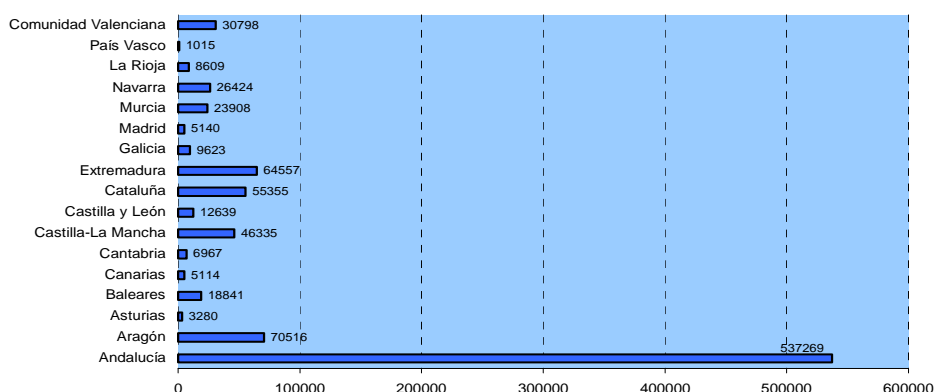


Figura 6 – Distribución de la superficie (ha) destinada a la agricultura ecológica, por Comunidades Autónomas en el año 2006.

Galicia dedica aproximadamente un 1,04% de la superficie ecológica total cultivada (9.623 ha) y ocupa la décima primera posición a nivel nacional. Por tipo de cultivo destina el 84,0% a pastos, praderas y forrajes (8.082 ha), cerca del 3,3% a frutales (314 ha), el 1,0% a cereales, leguminosas y otros (100 ha) y el 0,6% a hortalizas y tubérculos (61 ha). La provincia que más destaca en cuanto a superficie destinada a la agricultura ecológica es Ourense con 4.355 ha (45%), seguida por Lugo con 4.211 ha (44%) (Figura 7) (MAPA, 2006b).

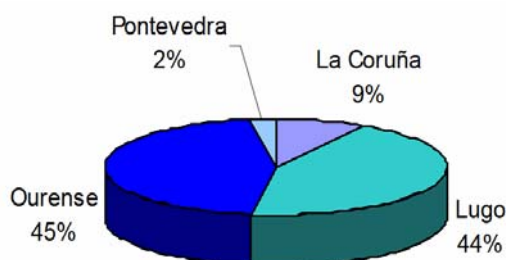


Figura 7 – Distribución de la superficie destinada a la agricultura ecológica, por provincias en la Comunidad Autónoma de Galicia en el año 2006.

1.6 PRODUCCIÓN INTEGRADA

El concepto de Producción Integrada o IPM²¹ tiene origen en 1977, en el documento conocido como la Declaración de Ovronnaz²² que la define como una fase más avanzada de la Protección Integrada de Plantas cuyas nociones fueron originadas en la década de los 50, simultáneamente en Europa y Norteamérica (California) (Baggiolini, 1998; <http://www.mdrgrf.org/31agrintegre.html>).

El nuevo concepto añade a la protección integrada el manejo racional de los otros componentes del agroecosistema (planta, clima, agua y suelo), considerando la calidad extrínseca e intrínseca (características organolépticas, valor nutritivo, residuos de fitosanitarios, etc.) de los productos agrícolas. Está basado en el conocimiento de la densidad de plagas, la aplicación de umbrales de tolerancia y el establecimiento de los métodos de protección, entre ellos el control químico esquemático (Boller, 1998; Ribó, 2004; http://www.infoagro.com/calidad/prod_integrada/p_i_nuevos_mercados.asp).

Dentro del contexto de agricultura sostenible la producción integrada establece una jerarquía clara de prioridades que sustituye la combinación libre de los métodos de control considerando en primer lugar las «medidas preventivas», como el planeamiento del uso óptimo de los recursos naturales, la eliminación de todas las operaciones de impacto negativo en el agroecosistema, la protección y el aumento de antagonistas naturales acercándose a un sistema de producción holístico. La supervisión y el pronóstico de sistemas, como segundo elemento importante, proporcionan los instrumentos necesarios para decidir si y cuando las medidas de control (tercer elemento), tienen que ser aplicadas. Por lo tanto, el uso de los pesticidas no son por sí mismo una parte integral de la protección integrada de plantas sino una opción que se emplea cuando la prevención no produce resultados aceptables (Boller y col. 1998).

La producción integrada desea dar prioridad a la calidad de los productos agrícolas y apuesta por una mejor gerencia de los recursos promoviendo la protección del medio

²¹ IPM, Integrated Pest Management.

²² Ovronnaz, ciudad Suiza que en 1976 fue sede de la reunión de grupo de expertos entomólogos (G. Altner, M. Baggiolini, G. Celli, F. Schneider and H. Steiner) que sentaron las bases de la Producción Integrada. (Boller, 1998).

ambiente, mientras que desarrolla la actividad agrícola. Contesta así a los dos requisitos fundamentales para la supervivencia del productor: la ecología y la economía. Sin embargo, el mensaje Ovronnaz afirma que la mejor respuesta contra las amenazas que empujan constantemente la agricultura hacia el productivismo y la reducción de los costes de producción, es la orientación más ecológica de todos los métodos de cultura (Baggiolini, 1998). La producción integrada debe ser inocua para la salud humana, minimizar la contaminación del aire, agua y suelo; disminuir la cantidad de residuos químicos, además de asegurar un mayor respeto al equilibrio de los ecosistemas.

La OILB²³ define la Producción Integrada como un «sistema agrícola de producción de alimentos y otros productos de alta calidad, que utiliza los recursos y los mecanismos de regulación naturales asegurando a largo plazo una agricultura sostenible mediante la aplicación/elección de forma equilibrada de métodos agronómicos, biológicos, químicos, biotecnológicos, entre otros, considerando la protección del medio ambiente, la rentabilidad de las explotaciones y las exigencias sociales».

Los objetivos que se buscan con este sistema de producción, según esta organización son los siguientes:

- ▶ Conservación de los recursos (edáficos, hidráulicos, genéticos, etc.) y su utilización como sustitutos de los insumos de la explotación.
- ▶ Uso racional de los insumos (energéticos, fitosanitarios, fertilizantes etc.).
- ▶ Gestión adecuada de los residuos (sólidos, líquidos, gases, etc.).
- ▶ Mantenimiento de la multifuncionalidad en la agricultura (conservación de la vida silvestre, diversificación del paisaje, colonización de áreas marginales, mantenimiento de las técnicas culturales tradicionales, etc.) (Ribó, 2004).

La producción integrada se diferencia de la producción ecológica por permitir la utilización de productos agroquímicos de síntesis, como abonos, pesticidas y otros, aunque su utilización queda restringida a la autorización previa de éstos, y a la aplicación

²³ OLIB/SROP o IOBC/WPRS, Organización Internacional de Lucha Biológica e Integrada contra los Animales y Plantas Nocivos, Sección Regional Oeste Paleártica, comisión creada en 1956 y que pasa a organización en 1965. Es quien establece la definición y los principios generales que forman la base de referencia técnica de la producción integrada (Poitout, 1998; Avilla, 2000; Boller, 2005).

correspondiente, en cuanto a dosis, que establezcan las normas técnicas del cultivo de que se trate (Garriz y Bilder, 2000; Hildalgo, 2002).

La norma estatal (Real Decreto 1201/2002), conforme con los principios de la OILB, considera además como definición de producción integrada los «sistemas agrícolas de obtención de vegetales que utilizan al máximo los recursos y los mecanismos de producción naturales y aseguran a largo plazo una agricultura sostenible, introduciendo en ella, los métodos biológicos y químicos de control, y otras técnicas que compatibilicen las exigencias de la sociedad, la protección del medio ambiente y la productividad agrícola, así como las operaciones realizadas para la manipulación, envasado, transformación y etiquetado de productos vegetales acogidos al sistema». Esta normativa tiene por objeto:

- El establecimiento de las normas de producción y requisitos generales que deben cumplir los operadores que se acojan a los sistemas de producción integrada.
- La regulación del uso de las identificaciones de garantía que diferencien estos productos ante el consumidor y, específicamente, la identificación de garantía nacional.
- El reconocimiento de las Agrupaciones de Productores y Operadores en Producción Integrada (APRIA), para el fomento de dicha producción.
- La creación de la Comisión Nacional de Producción Integrada encargada del asesoramiento y coordinación en materia de producción integrada (MAPA, 2004c).

Dentro de la Legislación autonómica de Galicia, el Decreto 68/2004 define producción integrada «como un sistema de producción agraria, que utiliza al máximo los recursos y los mecanismos de producción naturales mediante la introducción de tecnologías respetuosas con el medio, asegurando una producción de alta calidad y salubridad contrastada, la rentabilidad de la explotación y la eliminación o reducción de insumos exteriores y de fuentes contaminantes». Dicho decreto regula el sistema de producción integrada en la Comunidad Autónoma de Galicia, estableciendo:

- Las normas de producción y requisitos generales que deben cumplir los operadores que se acojan al sistema de producción integrada.
- El contenido de los reglamentos técnicos de producción.
- El sistema de control, seguimiento y certificación de los productos agrarios.

- El uso de una identificación de garantía que diferencie estos productos ante el consumidor.
- El Registro Oficial de Producción Integrada de Galicia.

Los productores agrícolas que pretendan acogerse a este sistema de producción deben cumplir distintas obligaciones a fin de garantizar que los productos que han obtenido proceden de la producción integrada. Entre ellas, destacan las siguientes:

- Permitir y colaborar en los controles que se realicen sobre las explotaciones o la actividad que desarrollen.
- Disponer de los servicios técnicos competentes, responsables de dirigir y controlar el cumplimiento de las normas de producción integrada aplicables en el ejercicio de la actividad de que se trate, a no ser que acrediten su calificación en producción integrada. En este último caso, podrán dirigir directamente su actividad conforme a las normas de producción integrada.
- Fomentar la formación del personal a su cargo que desarrolle tareas de producción integrada.
- Cumplir las normas de producción integrada y poseer un cuaderno de explotación donde se anoten todas las operaciones y prácticas de cultivo, en caso de operadores que se dediquen sólo a la obtención de productos vegetales, o un registro de las partidas donde pueda comprobarse el origen, uso y destino de las mismas, en el caso de los restantes operadores.
- Obtener la totalidad de la producción de la variedad del producto vegetal por el sistema de producción integrada en unidades de cultivo claramente separadas de otras que no estén sometidas a las normas de este sistema.
- Almacenar, manipular, en su caso, transformar y comercializar por separado, en el espacio o en el tiempo, según el caso, las producciones obtenidas bajo las correspondientes normas de producción integrada de otras obtenidas por métodos diferentes.
- Adoptar las medidas adecuadas para asegurar que durante todas las fases de producción y comercialización no pueda haber sustitución de los productos de la producción integrada por otros

- ▶ Identificar el producto de acuerdo con normas de producción integrada en las fases de producción y comercialización en que intervengan.
- ▶ Notificar anualmente al órgano o entidad de certificación, y con anterioridad a la fecha que se determine, su programa de producción, detallándolo por parcelas; así como, periódicamente, los volúmenes producidos y comercializados.
- ▶ Adoptar medidas correctoras que resuelvan irregularidades detectadas por los órganos o entidades de control en la producción o comercialización (Orden de 30 de mayo de 2005).

El control y certificación de la producción integrada podrá ser realizado por entes u organismos públicos o bien a través de entidades de certificación. El control aplicable a los operadores en el ejercicio de su actividad para verificar el cumplimiento de las normas sobre producción integrada deberá realizarse de manera que se garantice que dichos operadores cumplan los requisitos mínimos exigidos en el Real Decreto 1201/2002 y las del Decreto 68/2004.

La identificación de garantía de los productos acogidos al sistema de producción integrada en Galicia podrá disponer de una identificación de garantía de producción integrada con un logotipo o distintivo de esta Comunidad Autónoma, debiendo ser incluido en el etiquetado de los productos obtenidos de acuerdo con las disposiciones establecidas en el Decreto 68/2004. En el etiquetado de dichos productos constará, además del distintivo, el nombre o código de la entidad de certificación así como el número de registro del operador o su denominación.

Las normas técnicas empleadas desde la fase de obtención de la materia prima, hasta en su caso, la elaboración, la manipulación, el envasado, el etiquetado y el almacenamiento son elaboradas para cada cultivo o producto o grupo de cultivos o productos de acuerdo con el correspondiente reglamento técnico. Dichos reglamentos establecerán tanto los requisitos de producción como los de transformación o comercialización, en su caso, y contemplarán las prácticas prohibidas, obligatorias y recomendadas.

La Orden de 21 de junio de 2005 aprueba el Reglamento técnico específico de la producción integrada de kiwi en la Comunidad Autónoma de Galicia describiendo las prácticas obligatorias, recomendadas y prohibidas para dicho sistema productivo.

El reglamento técnico contiene información sobre el tipo de materia vegetal, las técnicas culturales, la fertilización, las técnicas de protección fitosanitarias, las normas específicas de recolección y poscosecha, las anotaciones y los registros para cada producto.

1.6.1 Situación actual de la producción integrada

Las tendencias de mercado de eco-productos (orgánico e integrado) está aumentando debido a dos razones principales:

- ▶ Intereses crecientes de los consumidores en «el alimento seguro y sano», tendencia que empezó en los años 80 principalmente debido a los movimientos verdes (alta concienciación ambiental), los escándalos medio ambientales (atrazine y otros herbicidas en los ríos y aguas subterráneas, contaminación adriática del mar por la eutrofización, etc.) y los escándalos alimentarios tales como residuos de pesticidas en alimentos para niños, encefalopatía espongiforme bovina, etc.
- ▶ Demanda creciente de los distribuidores a gran escala de productos agrícolas de la categoría «saludable para la salud humana y el ambiente». Estas empresas no pueden aceptar el riesgo de escándalos debido a las grandes dimensiones de sus operaciones, por lo que buscan aquellos productos que presentan las calidades no sólo externas e internas sino también la calidad ecológica (que reflejan procedimientos ambientalmente seguros en la producción). Autores como Malavolta y col. (1998) indican que aunque los productos orgánicos y los de la producción integrada pueden resolver estos requisitos, solamente la producción integrada puede alcanzar estos objetivos a nivel comercial ya que la agricultura ecológica no puede resolver las demandas del mercado en cuanto a cantidad y sincronización.

La producción integrada en España en el año 2005 alcanzó una superficie cultivada de 1.536.126,51 ha, acogió a un total de 233.970 agricultores y 772 Agrupaciones de Producción Integrada. La Comunidad Autónoma de Galicia ocupa la décima posición, con el 0,17% de la superficie total cultivada, la octava posición en el total de agricultores que

participan de esta actividad y la séptima posición en el número de Agrupaciones de Producción Integrada (Tabla 7, Figura 8) (MAPA, 2005b).

Tabla 7 – ATRIAS¹, superficie (ha) y número de agricultores de producción integrada en España en el año 2005.

Comunidad Autónoma	Nº de ATRIAS	Superficie (ha)	Nº Agricultores
Andalucía	264	844.969,63	136.042
Aragón	24	76.271,61	7.187
Asturias	8	206,50	141
Baleares	8	4.030,51	399
Canarias	118	10.144,90	4.365
Castilla-La Mancha	57	335.354,00	44.639
Castilla y León	11	2.362,30	439
Cataluña	22	46.715,00	14.026
Extremadura	74	186.969,14	19.198
Galicia	30	2.604,84	1.824
La Rioja	5	1.174,00	1.509
Madrid	2	1.858,00	246
Murcia	77	11.918,02	1.430
Comunidad Valenciana	72	11.548,06	2.535
TOTAL	772	1.536.126,51	233.970

¹Agrupaciones de tratamientos integrado.

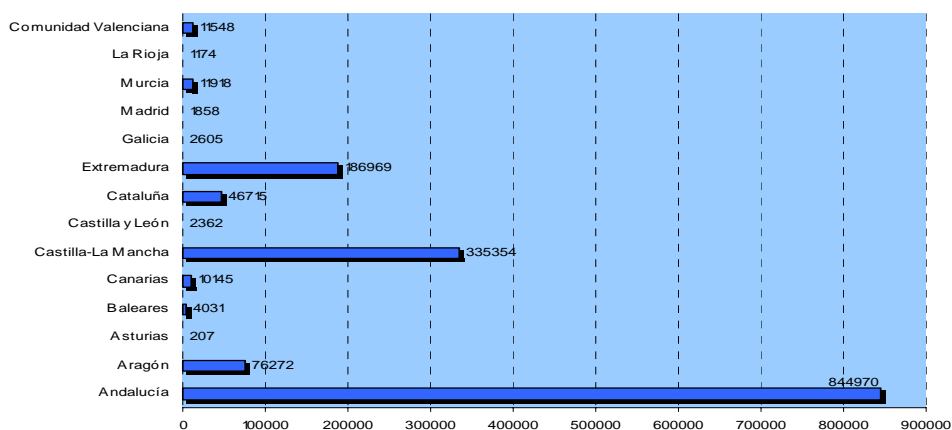


Figura 8 – Distribución de la superficie (ha) destinada a la producción integrada, por Comunidades Autónomas en el año 2005.

II. OBJETIVOS

Este estudio, que forma parte del Proyecto de Investigación titulado «Estudio comparativo de las características sensoriales y físico-químicas de productos vegetales ecológicos, en fresco y tras la aplicación de diferentes procesos industriales, frente a convencionales» financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (Ref. AGL 2002-03018 ALI), se plantea con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de los diferentes sistemas de cultivo (convencional, ecológico e integrado) sobre las características físico-químicas del kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.), C. F. Liang y A. R. Ferguson).
2. Evaluar el efecto de los diferentes sistemas de cultivo (convencional y ecológico) sobre las características físico-químicas de la fresa (*Fragaria x ananassa*, Duch.).
3. Optimización del proceso de elaboración del kiwi en almíbar.
4. Estudiar la influencia del proceso de elaboración de kiwi en almíbar sobre las características del kiwi de partida.
5. Estudiar la influencia de la materia prima (procedente del cultivo convencional y ecológico), del procedimiento de elaboración (convencional y ecológico) y del tiempo de almacenamiento sobre las características físico-químicas del kiwi en almíbar.
6. Optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.
7. Estudiar la influencia del proceso de elaboración de mermelada de fresa sobre las características de la fresa de partida.
8. Estudiar la influencia de la materia prima (procedente del cultivo convencional y ecológico) y del procedimiento de elaboración (convencional y ecológico) sobre las características físico-químicas de la mermelada de fresa.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 MUESTRAS

3.1.1 Kiwi

Para la realización de este estudio se han analizado kiwis (*A. deliciosa*, variedad Hayward) procedentes de los cultivos convencional, ecológico e integrado recogidos en la misma zona de producción (O Rosal, Pontevedra).

En las plantaciones seleccionadas la separación entre plantas y entre calles en todos los cultivos es de 5 m, siendo la proporción entre machos y hembras de 1:4 a 1:6.

Los kiwis de origen convencional e integrado fueron cultivados en suelos de tipo arenoso, fertilizados un mes antes de la plantación con cianamida de nitrógeno, entre otros, para activar la brotación, y utilizando como herbicida el glifosato. Los kiwis provenientes de cultivo ecológico también han sido cultivados en suelos de tipo arenoso, fertilizados antes de la plantación con abonado orgánico, y utilizando únicamente el corte para la eliminación de malas hierbas.

Las muestras de origen ecológico fueron suministradas a través del CRAEGA⁴⁷, entidad responsable de aplicar el régimen de control e inspección en los productos de origen ecológico (Reglamento CEE 2092/1991) en la Comunidad Autónoma de Galicia.

Tanto las muestras procedentes del cultivo convencional como del integrado fueron suministradas por almacenistas de la zona, estando en el último caso las explotaciones inscritas en el Registro Oficial de Producción Integrada de Galicia (Orden de 21 de junio de 2005).

La recogida de los frutos se realizó en dos años consecutivos, cosechas 2004-2005 y 2005-2006. Las muestras fueron recolectadas cuando presentaban un °Brix de 6,5 y tras la recolección la totalidad de los frutos (aproximadamente 1500 kiwis) fueron almacenados en una cámara a 0°C ubicada en la Planta Piloto de Industrias Agrarias de la Escuela Politécnica Superior de Lugo y mantenidos hasta tres días previo a su análisis, momento en

⁴⁷ Consello Regulador da Agricultura Ecolóxica de Galicia.

el que se retiraban de la cámara y se dejaban a temperatura ambiente. A lo largo del tiempo se realizaron seis muestreos con una periodicidad de 15 días.

3.1.2 Fresa

Las muestras de fresa (*F. x ananassa*) analizadas pertenecen a la variedad Selva y han sido producidas mediante cultivo convencional y ecológico en la misma zona de producción (A Mariña, Lugo).

Las fresas de origen convencional fueron cultivadas en suelos de tipo arcilloso, fertilizados antes de la plantación con estiércol de vaca en la proporción de 3 kg/m². Se han empleado como agentes fitosanitarios el Redomil tras la poda y el Swins como prevención de *Botrytis cinerea* antes de la recolección. Las fresas provenientes del cultivo ecológico también han sido cultivadas en suelos de tipo arcilloso, fertilizados antes de la plantación con compost en la proporción de 3 kg/m².

El cultivo fue realizado al aire libre con densidad de siembra de 33 cm y riego de tipo goteo y la recolección fue de tipo manual en los dos cultivos.

Entre los meses de junio y julio de 2006 se realizaron tres muestreos en ambas fincas. Las muestras (aproximadamente 20 kg) eran recogidas a primera hora de la mañana, acondicionadas directamente en el campo en bandejas plásticas de 250 g, y llevadas directamente al laboratorio para su análisis.

3.1.3 Kiwi en almíbar

Las muestras descritas en el apartado 3.1.1 fueron utilizadas para la elaboración de kiwi en almíbar tras la optimización del procedimiento (apartado 4.3.1), obteniéndose los siguientes productos:

- CC – kiwi de procedencia convencional procesado siguiendo las prácticas convencionales.
- CE – kiwi de procedencia convencional procesado siguiendo las prácticas ecológicas.
- EE – kiwi de procedencia ecológica procesado siguiendo las prácticas ecológicas.

En los productos obtenidos se evalúa la influencia de la materia prima comparando los productos CE y EE (diferente materia prima procesada con el mismo procedimiento de elaboración) y la influencia del procedimiento comparando los productos CE y CC (misma materia prima convencional procesada por los dos procesos de elaboración).

Los tres productos elaborados fueron analizados recién procesados (a los 15 días) y a lo largo del tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$), realizándose muestreos cada 60 días, hasta un total de cinco muestreos (240 días).

3.1.4 Mermelada de fresa

Las muestras descritas en el apartado 3.1.3 fueron utilizadas para la elaboración de mermelada de fresa tras la optimización del procedimiento (apartado 4.4.1), obteniéndose los siguientes productos:

- CC – fresa de procedencia convencional procesada siguiendo las prácticas convencionales.
- CE – fresa de procedencia convencional procesada siguiendo las prácticas ecológicas.
- EE – fresa de procedencia ecológica procesada siguiendo las prácticas ecológicas.
- EC – fresa de procedencia ecológica procesada siguiendo las prácticas convencionales.

La comparación de las características de los productos obtenidos permite evaluar la influencia de la materia prima y del procedimiento.

Los cuatro productos elaborados fueron analizados a los 30 y 60 días de almacenamiento a temperatura ambiente ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$).

3.2 DETERMINACIONES ANALÍTICAS

Las determinaciones se realizaron sobre la muestra en fresco y en los productos industrializados.

En cada muestreo se han realizado las siguientes determinaciones:

- a) Directamente sobre el fruto: calibre (peso y dimensiones), dureza, sólidos solubles (°Brix) y color CIE ($L^*a^*b^*$).
- b) En la muestra homogeneizada:
 - b.1) En fresco: actividad de agua, humedad, pH, acidez titulable, ácidos orgánicos mayoritarios y vitamina C.
 - b.2) Tras la liofilización: azúcares, fenoles, cenizas y minerales.

En el producto industrializado se ha determinado, además, peso neto, peso escurrido, llenado mínimo, volumen de jarabe y consistencia.

3.2.1 Calibre

Referencias: Reglamento CE 1673/2004 y Reglamento CEE 843/2002.

A – Principio

Medida de la longitud, diámetro y peso de los frutos individuales para establecer la categoría a la que pertenece.

B – Material y Aparatos

- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec* modelo SBA 31, precisión 0,01 g.
- Calibrador (pie de rey) de 0 a 18 cm, *Sibur*, precisión 0,05 mm.

C – Procedimiento

Pesar cada fruto entero individualmente y, a continuación, realizar la medida de las dimensiones (longitud y diámetro) con el pie de rey. El peso se expresa en g y las dimensiones en cm. Estas medidas se realizan sobre un mínimo de 20 frutos.

3.2.2 Dureza

Referencias: Ranganna (1977); Potter y Hotchkiss (1999).

A – Principio

Medida de la consistencia de la pulpa de la fruta a través de la resistencia que ésta presenta a la penetración.

B – Material y Aparatos

- Penetrómetro, escala de 0 a 13 kg, *Bertuzzi* modelo FT327, precisión de 1% a temperatura de 20°C, equipado con:
 - Disco de contención en acero inoxidable.
 - Émbolo de 8 mm.
 - Lámina de corte.

C – Procedimiento

Cortar un trozo de la piel en las caras opuestas y en el centro del kiwi. Posicionar el penetrómetro entre los dedos pulgar e índice de una mano y calibrar en el valor 0 de su escala. Tomar el fruto en la otra mano que debe estar apoyada sobre una superficie rígida, situar la punta sobre el área sin la piel en posición perpendicular y realizar la presión necesaria hasta hacer penetrar el émbolo en la pulpa. Expresar el valor de la fuerza ejercida en kg. Estas medidas se realizan sobre un mínimo de 10 frutos.

3.2.3 Sólidos solubles

Referencia: Método Oficial 932.12 AOAC (2002).

A – Principio

Medida del contenido en sólidos solubles mediante un refractómetro manual. Los sólidos solubles son compuestos que se mezclan o se disuelven en el jugo de la fruta, formados principalmente por azúcares y ácidos.

B – Material y Aparatos

- Agitador termomagnético, *Velp Scientifica*.

- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión centésimo de gramo.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.
- Picadora, *Moulinex*, modelo D56.
- Refractómetro con escala Brix 0 – 32%, *Labolan*, S.L., modelo 301, precisión 0,2%.
- Refractómetro con escala Brix 0 – 80% *Zuzi*, modelo C27710, precisión 1 – 0,5%.

C – Procedimiento

Cortar la fruta a la mitad (sección ecuatorial) para el kiwi y en el diámetro máximo de la sección ecuatorial para la fresa, y dejar caer una o dos gotas en el visor del refractómetro, previamente calibrado con agua destilada. Leer directamente el porcentaje de sólidos solubles expresado en °Brix. Después de cada medida lavar y secar el instrumento. La medida se realiza por duplicado sobre un mínimo de 10 frutos.

Para los productos industrializados (kiwi almíbar y mermelada de fresa) la medida se realiza sobre la muestra homogeneizada, conforme la metodología existente para los productos transformados a base de frutos y hortalizas (Reglamento CEE 558/1993).

- Kiwi en almíbar – producto semidenso.
Homogeneizar y filtrar la muestra realizando la determinación sobre el filtrado.
- Mermelada de fresa – producto denso.
Pesar aproximadamente 40 g del producto homogeneizado añadir 250 mL de agua destilada, hervir lentamente durante 3 minutos con agitación, enfriar, transferir el contenido a un recipiente tarado lavando con agua destilada hasta pesar 200 g (\pm 0,01 g), mezclar cuidadosamente, tras reposar 20 minutos, filtrar y realizar la determinación sobre el filtrado.

D – Expresión de los resultados

El refractómetro proporciona directamente el valor de °Brix en los frutos en fresco y en el kiwi en almíbar.

El contenido en sólidos solubles en la mermelada de fresa se calcula conforme la expresión:

$$\text{Sólidos Solubles} = \frac{P_1 \times 100}{P_2}$$

Donde:

P_1 = Valor indicado en el refractómetro.

P_2 = Peso de la muestra en (g) por 100 g de solución.

3.2.4 Color CIE (L*a*b*)

Referencia: Artigas y col. (1985)

A – Principio

Medida directa de los parámetros de color con un espectrofotómetro de reflexión que determina la reflectancia espectral en intervalos de longitud de onda de 20 nm, desde 400 nm a 770 nm (iluminante D₆₅, observador 10°).

B – Material y Aparatos

- ▶ Espectrofotómetro de reflexión, X-RITE (*Color Measurement Instruments*), modelo 968 equipado con:
- ▶ Placa de cerámica, reflexión estándar, Cód. 968-62.
- ▶ Placas petri de plástico de 6,0 cm de diámetro.

C – Procedimiento

Previamente calibrar el espectrofotómetro con un blanco de referencia para lo cual se emplea una placa estándar de cerámica que presenta valores de 94,69 para L*, de -1,19 para a* y de +1,42 para b*. Posteriormente, realizar las medidas en el espacio de color CIE (L*a*b*) directamente sobre la fruta cortada a la mitad (sección ecuatorial) en el caso del kiwi y en el diámetro máximo de la sección ecuatorial para la fresa sobre un mínimo de 10 frutos.

D – Expresión de los resultados

Con las medidas realizadas se obtienen los parámetros L* o Luminosidad (100% se corresponde con el blanco y 0% con el negro), a* o plano rojo-verde (cuando es positivo

contribuye al color rojo y cuando es negativo al color verde) y b^* o plano amarillo-azul (cuando es positivo contribuye al color amarillo y cuando es negativo al color azul).

A partir de las coordenadas de cromaticidad L^* , a^* y b^* del espacio de color CIE ($L^*a^*b^*$) se pueden calcular las magnitudes psicofísicas cromaticidad (C^*), tono (H^*) y la diferencia de color total (ΔE^*).

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \qquad H^* = \text{arctg} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$
$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

La cromaticidad (C^*) indica la saturación o pureza cromática (100% indica una alta saturación y 0% una baja saturación) y el tono (H^*) se corresponde con los colores perceptibles (rojo, verde, amarillo, azul,...) en valores de 0 a 360°. La diferencia de color total (ΔE^*) representa la diferencia cromática entre dos estímulos.

3.2.5 Actividad de agua

Referencia: Método Oficial 978.18 AOAC (2002).

A – Principio

Medida del agua disponible mediante un higrómetro que determina el punto de rocío. El grado de disponibilidad del agua en un alimento se expresa como la actividad de agua (a_w) que se define como la relación entre la presión de vapor de agua en un alimento y la presión de vapor de agua pura para una misma temperatura.

B – Material y Aparatos

- ▶ Cubetas de plástico con diámetro de 4 cm, específicas para el equipo.
- ▶ Picadora, *Moulinex*, modelo D56.
- ▶ Sistema medidor de a_w , *Aqua Lab*, modelo CX-2.

C – Procedimiento

Estabilizar el equipo durante 30 minutos. Colocar la muestra previamente homogeneizada en la cubeta de plástico cubriendo todo el fondo y no sobrepasando la mitad de la altura. Introducir la cubeta con la muestra en la cámara del medidor, al cabo de unos minutos leer directamente los valores de a_w y temperatura. La medida se realiza por triplicado.

3.2.6 Materia seca

Referencias: Simal y col (1986); Board (1989); Sotelo y col (1998); Método Oficial: 930.15 y 925.45 AOAC (2002).

A – Principio

Eliminación del agua del producto mediante desecación en estufa (a 105 – 110°C) o por liofilización (previa congelación de la muestra y sublimación del hielo formado).

B – Material y Aparatos

- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión 0,01 g.
- Cápsulas de acero inoxidable.
- Desecador, *CSN Simax*.
- Equipo de liofilización freeze dry/sel freeze system, *Labconco*, modelo 77535-01 con bomba de vacío RV5 *Bo Edwards*.
- Estufa de desecación, *Indelab*.
- Picadora, *Moulinex*, modelo D56.
- Recipientes de plástico.

C – Procedimiento

Pesar el recipiente y tarar, añadir la muestra homogeneizada, pesar otra vez, congelar y liofilizar el tiempo necesario para eliminar el agua de la muestra.

Para las muestras industrializadas con alto contenido en azúcares (mermelada) la desecación se realiza en estufa hasta peso constante.

Tras la liofilización o desecación se pesan los recipientes nuevamente y se calcula la pérdida de agua. Los resultados se expresan en porcentaje.

D – Expresión de los resultados

$$\text{Materia Seca (\%)} = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} \times 100$$

Donde:

P_1 = Peso en g del recipiente vacío.

P_2 = Peso en g de recipiente con la muestra fresca.

P_3 = Peso en g del recipiente con la muestra liofilizada o desecada en estufa.

3.2.7 pH

Referencia: Método Oficial 981.12 AOAC (2002).

A – Principio

Medida del potencial generado en un electrodo de vidrio que es función de la actividad de los iones H^+ .

B – Material y Aparatos

- Agitador termomagnético, *Velp Scientifica*.
- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión 0,01 g.
- Electrodo de vidrio, *Crison*, modelo 52-02.
- Electrodo indicador de temperatura.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.
- Medidor automático de pH, *Crison*, modelo GLP 21.
- Picadora, *Moulinex*, modelo D56.

C – Reactivos

- Disolución tampón pH 7,00 a 25°C, *Crison*, Cód. 23-111-02.
- Disolución tampón pH 4,01 a 25°C, *Crison*, Cód. 23-112-02.
- Disolución de KCl 3M saturada de AgCl, *Crisolylt-A*, *Crison*, Cód 95-01.

D – Procedimiento

Calibrar el medidor automático de pH con las soluciones reguladoras de pH 7,00 y 4,01. Pesar en un vaso de precipitados, aproximadamente 10 g de muestra fresca

homogeneizada, añadir 100 mL de agua desionizada, mantener en agitación mecánica durante 5 minutos para homogeneizar la mezcla. Introducir los electrodos del medidor de pH y realizar la lectura cuando el equipo se estabilice.

3.2.8 Acidez titulable

Referencia: Método Oficial 942.15 AOAC (2002).

A – Principio

Medida del grado de acidez mediante una valoración con hidróxido de sodio hasta pH 8,1. Indica el contenido de ácidos libres (cítrico, láctico, málico, oleico, ...). El resultado se expresa en porcentaje del ácido predominante en la muestra.

B – Material y Aparatos

- Agitador termomagnético, *Velp Scientifica*.
- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión 0,01 g.
- Bureta de 25 mL, *Pirex*.
- Electrodo de pH, *Crison*, modelo 52-02.
- Electrodo indicador de temperatura.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.
- Medidor automático de pH, *Crison*, modelo GLP 21.
- Picadora, *Moulinex*, modelo D56.

C – Reactivos

- Ácido clorhídrico 0,1 N, *Panreac*, Cód. 181023.1211.
- Agua Milli-Q (sistema purificador *Millipore* y *Milli-Q plus*).
- Etanol 96%, *Panreac*, 141085.1212.
- Fenolftaleína, *Panreac*, Cód. 131.325.
- Hidróxido de sodio, *Panreac*, Cód.141687.1214.
- Solución de fenolftaleína al 0,1% en etanol.
- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N.

D – Procedimiento

Pesar aproximadamente 10 g de muestra fresca homogeneizada, añadir 100 mL de agua desionizada, agitar durante 5 minutos y determinar el pH de la solución. A continuación, titular con NaOH 0,1 N de factor conocido, hasta alcanzar un pH de 8,1. Los resultados se presentan en % de ácido cítrico (mg de ácido cítrico/100 g de muestra) pues es el que se encuentra en mayor cantidad en kiwi y fresa.

E – Expresión de los resultados

$$\text{Acidez Total (\% ácido cítrico)} = \frac{V \times N \times f \times F}{P} \times 100$$

Donde:

V = Volumen de hidróxido de sodio utilizado en la valoración.

N = Normalidad del hidróxido de sodio.

f = Factor de corrección del hidróxido de sodio.

F = Factor de conversión del ácido cítrico anhidro (0,064).

P = Peso de la muestra en gramos.

3.2.9 Ácidos orgánicos

Referencias: Vázquez-Oderiz y col. (1994).

A – Principio

Determinación mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en fase reversa, con detector UV/VIS de longitud de onda variable (Diodo array) de los ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico, quínico y vitamina C).

B – Material y Aparatos

- Agitador termomagnético, *Velp Scientifica*.
- Balanza analítica, *Adam Equipament*, modelo ADP 3100/L.
- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión 0,01 g.
- Cromatógrafo líquido de alta resolución equipado con:
 - Bomba para HPLC, *Jasco*, modelo PU-1580.

- Columna *Spherisorb* ODS2 C₁₈, *Waters*, con dimensiones de 250,0 x 4,6 mm, empacada con partículas de 5 µm, acoplada a una precolumna *Spherisorb* ODS2 C₁₈, *Waters*, con dimensiones 10,0 x 4,6 mm, empacada con partículas de 5 µm.
- Detector de multilongitud de onda UV/VIS (Diodo array), *Jasco*, modelo MD-1515.
- Horno para columna *Jetstream Plus*, serie 90305-2.
- Inyector manual, *Rheodyne*, con bucle de inyección de 20 µL.
- *Software Borwin Chromatography*, *Jasco*, versión 1.50.
- *Software Borwin PDA*, *Jasco*, version 1.5.
- *Software HSS-2000 control Server*, *Jasco*, versión 3.5.2.
- Unidad de gradiente ternario de baja presión (mezclador), *Jasco*, modelo LG-1580-02.
- Unidad LC-Net II/ADC, *Jasco*.
- Desgasificador, *Gastorr*, modelo 154.
- Filtros de fibra de vidrio, *Albet*.
- Filtros de jeringa de nylon de 0,2 µm, *Waters*.
- Jeringa de 50 µL, SGE.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.
- Microcubetas de poliestireno de 2,5 mL, *dispolab Kartell*.
- Micropipeta de 20 µL, *Nichiryo*, modelo 5000DG
- Micropipeta de 200 µL, *Gilson*, modelo P75085L
- Micropipeta de 1000 µL, *Gilson*, modelo P73845L
- Papel filtro, *Albet*, No. 135.
- Picadora, *Moulinex*, modelo D56.

C – Reactivos

- Ácido cítrico anhidro, *Panreac*, Cód. 131808
- Ácido D(-)-quínico, *Fluka*, Cod. GA13510
- Ácido L(-)-málico, *Acros Organics*, Cód. 15059-0250
- Ácido L(+)-ascórbico, *Acros Organics*, Cód. 401471000

- Ácido metafosfórico, *Merck*, Cód. 1.00546.05000
- Ácido oxálico, *Panreac*, Cod. 131041.1210
- Ácido sulfúrico, *Panreac*, Cód. 131058
- Agua Milli-Q (sistema purificador *Millipore* y *Milli-Q plus*).
- Solución de ácido metafosfórico al 4,5%.
- Solución patrón de ácido cítrico en ácido metafosfórico al 4,5%.
- Solución patrón de ácido D-(-)-quínico en ácido metafosfórico al 4,5%.
- Solución patrón de ácido L-(-)-málico en ácido metafosfórico al 4,5%.
- Solución patrón de ácido L-(+)-ascórbico en ácido metafosfórico al 4,5%.
- Solución patrón de ácido oxálico en ácido metafosfórico al 4,5%.

D – Condiciones de determinación

- Fase móvil: agua de grado HPLC llevada a pH 2,2 con ácido sulfúrico.
- Flujo: 0,4 mL/min.
- Modo: Isocrático.
- Longitud de onda de detección:
 - Ácido cítrico, ácido málico, ácido oxálico, ácido quínico: 215 nm.
 - Ácido ascórbico: 245 nm.
- Temperatura del horno de columna: 25°C
- Tiempo: 30 minutos

E – Procedimiento

a) Preparación de la muestra

Pesar aproximadamente 5 g (kiwi, fresa, mermelada de fresa) y 3,5 g (kiwi en almíbar) de muestra previamente homogeneizada y añadir 25 mL de ácido metafosfórico al 4,5%. Agitar durante 5 minutos, filtrar a través de papel No. 135 y, nuevamente, a través de un filtro de nylon de 0,2 μm e inyectar por duplicado en el cromatógrafo. Las Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 representan los cromatogramas de los ácidos presentes en las muestras analizadas.

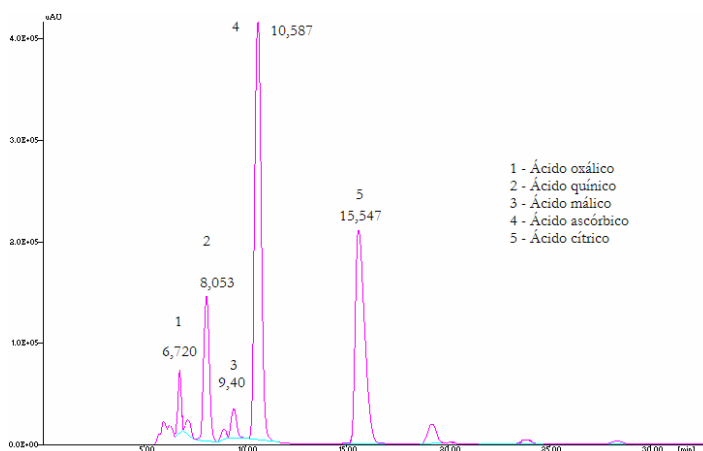


Figura 9 – Cromatograma a 215 nm de muestra de kiwi.

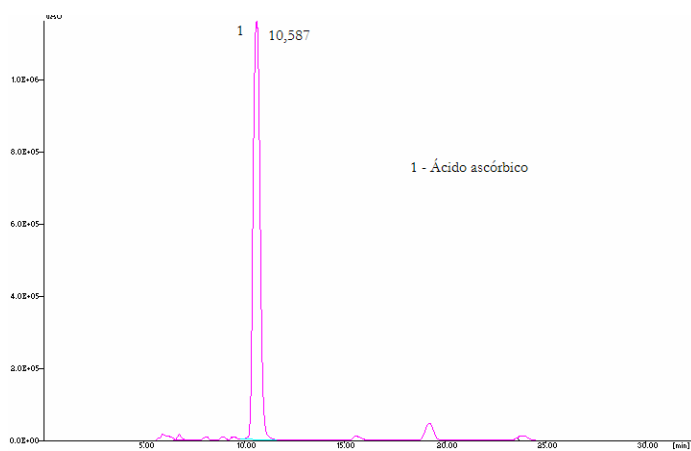


Figura 10 – Cromatograma a 245 nm de muestra de kiwi.

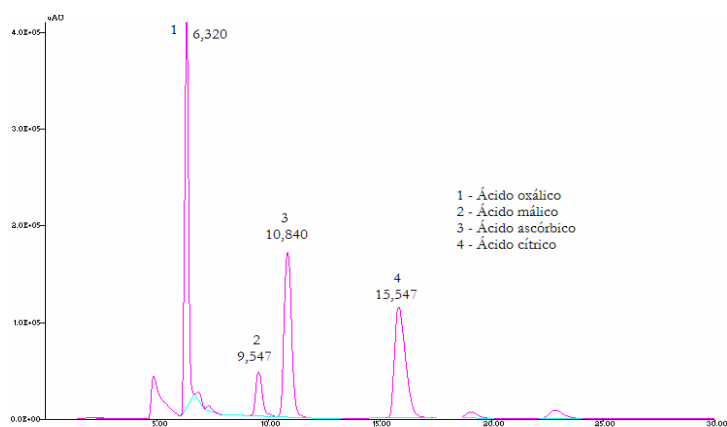


Figura 11 – Cromatograma a 215 nm de muestra de fresa.

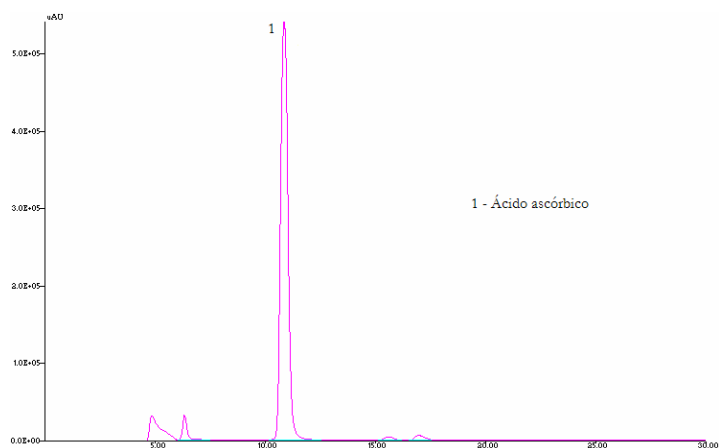


Figura 12 – Cromatograma a 245 nm de muestra de fresa.

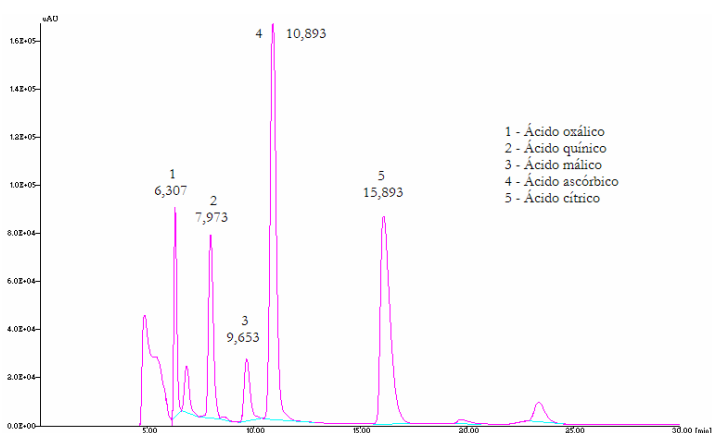


Figura 13 – Cromatograma a 215 nm de muestra de kiwi en almíbar.

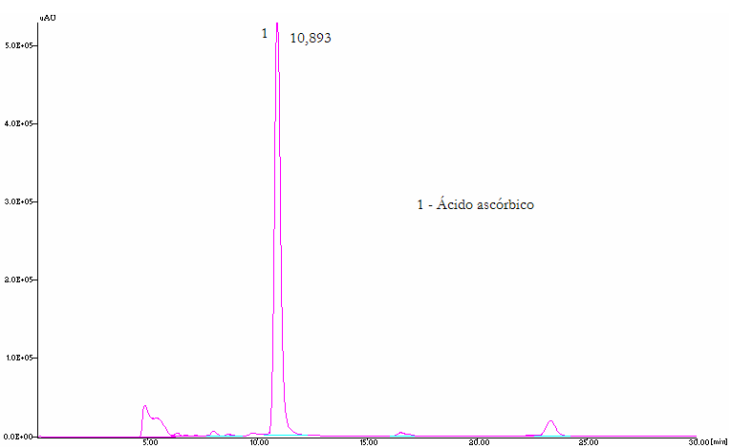


Figura 14 – Cromatograma a 245 nm de muestra kiwi en almíbar.

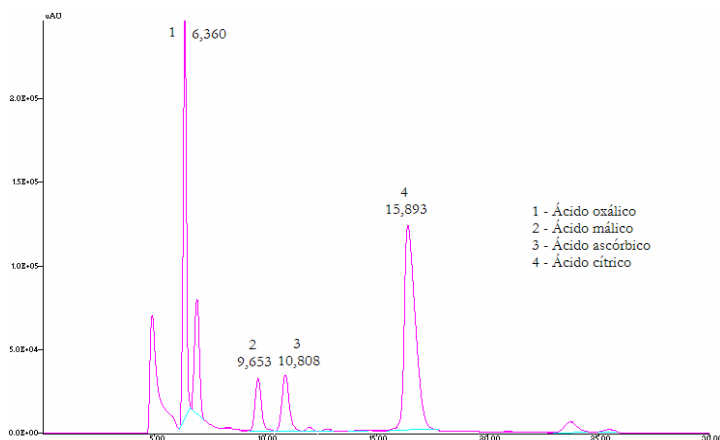


Figura 15 – Cromatograma a 215 nm de muestra de mermelada de fresa.

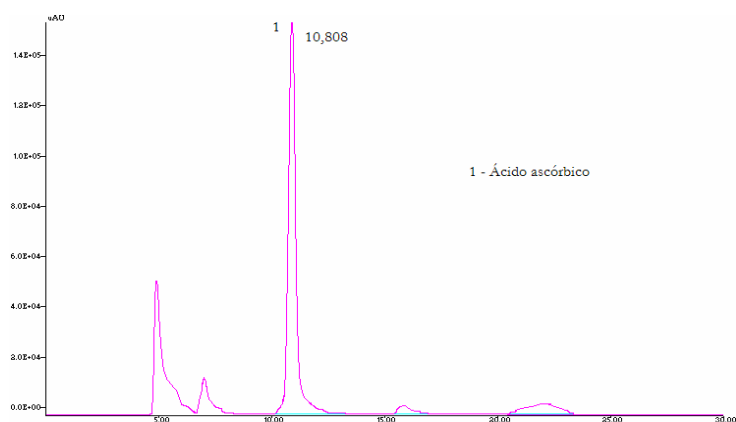


Figura 16 – Cromatograma a 245 nm de muestra mermelada de fresa.

b) Preparación de los patrones

Preparar una solución madre de cada uno de los ácidos (cítrico, málico, oxálico, quínico y ascórbico) en ácido metafosfórico al 4,5%. A continuación, tomar las alícuotas necesarias y preparar las disoluciones de trabajo con las que se establecen las rectas de calibración de cada patrón. En las Figuras 17 y 18, se representan los cromatogramas de los patrones de los ácidos (cítrico, málico, oxálico, quínico y ascórbico).

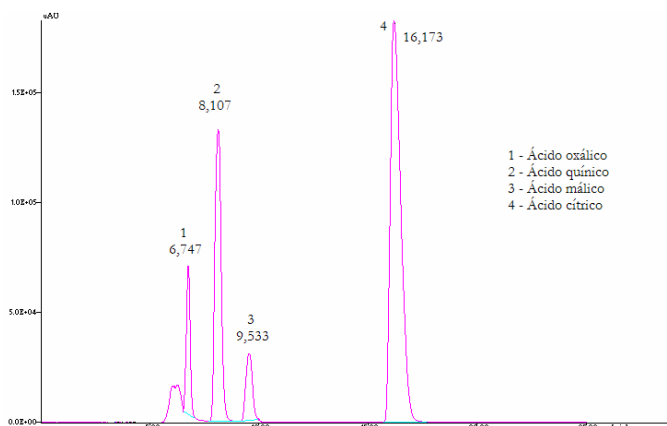


Figura 17 – Cromatograma a 215 nm de una mezcla patrón de los ácidos oxálico, quínico, málico y cítrico.

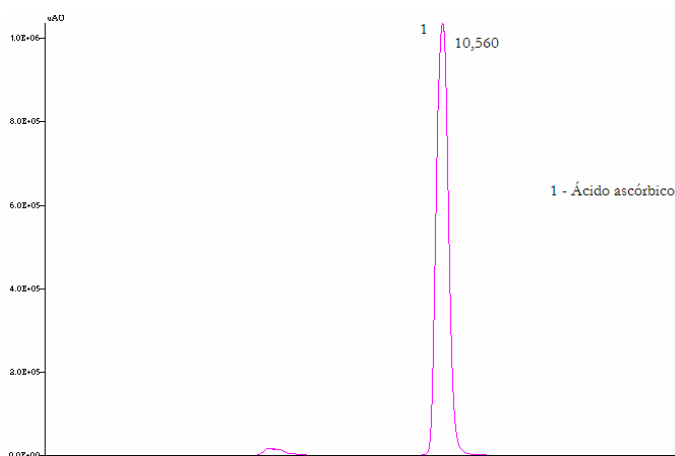


Figura 18 – Cromatograma a 245 nm de un patrón de ácido ascórbico.

F – Cálculo y expresión de los resultados

La concentración de cada ácido presente en las muestras analizadas es calculada por las rectas de calibrado de cada ácido. Se expresan en mg del ácido correspondiente / 100 g de muestra fresca.

G – Parámetros de validación

► Precisión del método

La precisión del método se obtiene al preparar 6 muestras de kiwi fresco, conforme el procedimiento citado anteriormente y se calcula su variabilidad

utilizando el coeficiente de variación en función del cual se consideran los datos homogéneos hasta un valor de 1,5% (Peña, 2005). Los coeficientes encontrados fueron 1,46%, 0,97%, 0,88%, 1,48%, 0,85% para los ácidos ascórbico, cítrico, málico, oxálico y quínico, respectivamente.

► Precisión de la medida

La precisión de la medida se calcula al inyectar una muestra de kiwi en fresco 8 veces. Los coeficientes de variación: obtenidos fueron de 0,25, 0,58, 0,57, 1,13 y 0,61% para los ácidos ascórbico, cítrico, málico, oxálico y quínico, respectivamente.

► Recuperación

Para la recuperación se parte de una solución del patrón de cada ácido de concentración conocida que se inyecta en el cromatógrafo. A continuación, se toma una alícuota de la solución patrón, y se aplica el procedimiento de extracción de la muestra previamente descrito y se inyecta por triplicado. Los porcentajes de recuperación obtenidos fueron de 96,81, 99,22 99,55 94,98 y 99,45% para los ácidos ascórbico, cítrico, málico, oxálico y quínico, respectivamente.

► Límite de detección

Se define como la concentración límite de cada patrón que proporciona una señal 3 veces superior al ruido (ACS, 1980). Los límites de detección obtenidos fueron $1,02 \times 10^{-2}$, 2,272, 2,036, 0,498 y 1,860 $\mu\text{g/mL}$ para los ácidos ascórbico, cítrico, málico, oxálico y quínico, respectivamente.

► Rectas de calibrado

Para establecer las rectas de calibrado de cada ácido se procedió conforme al apartado preparación de los patrones citado anteriormente, obteniéndose para cada concentración inyectada el área correspondiente. Estos valores permiten

verificar la linealidad entre las dos variables y a partir de dicha recta de regresión estimar la concentración de cada ácido en las muestras analizadas.

En la Tabla 8, se recogen los valores utilizados para los cálculos de las rectas de calibrado. En las Figuras 19, 20, 21, 22 y 23 se representan las rectas de calibrado para cada ácido analizado.

Tabla 8 – Concentraciones, alícuotas, áreas y coeficientes de correlación para los diferentes ácidos orgánicos.

Ácido	Concentración (µg/mL)	Alícuota / 10mL	Áreas	A ^a	B ^a	Coficiente de Correlación (r)
Ácido ascórbico	15,3	1,25	2.165.597,23 2.145.016,03	134.650,5574	131.035,8767	0,99952
	30,6	2,5	4.241.115,15 4.222.051,26			
	61,2	5,0	8.471.830,13 8.453.983,33			
	91,8	7,5	12.765.144,99 12.747.623,39			
	122,4	DM	16.380.517,84 16.374.963,44			
Ácido cítrico	227,20	0,75	543.509,61 538.290,41	2.320,7708	2.763,0435	0,99976
	454,40	1,5	1.080.779,44 1.092.694,16			
	908,8	3,0	2.121.486,08 2.136.185,72			
	1.363,20	4,5	3.171.244,59 3.145.090,45			
	1.817,6	6,0	4.149.784,46 4.149.392,86			
	2.272,00	7,5	5.197.412,08 5.196.556,88			
	2.451,20	8,0	5.742.624,48 5.724.204,09			
	3.064,00	DM	7.162.955,31 7.185.328,11			
Ácido málico	101,80	1,0	180.348,80 175.446,40	1.661,8516	7.791,7626	0,99984
	203,60	2,0	352.062,31 354.063,67			
	407,20	4,0	683.645,10 674.987,86			
	610,80	6,0	1.033.258,02 1.006.108,02			
	814,40	8,0	1.365.043,03 1.376.371,22			
	1.018,00	DM	1.683.912,03 1.704.988,83			
Ácido oxálico	25,60	2,0	372.900,18 378.629,91	14.663,6433	76,6156	0,99987
	51,20	4,0	759.247,08 743.249,56			
	64,00	5,0	937.756,48 940.573,54			
	76,80	6,0	1.135.699,08 1.112.926,79			
	102,40	8,0	1.504.720,47 1.498.827,54			
	128,00	DM	1.890.204,94 1.864.884,83			

Ácido	Concentración (µg/mL)	Alicuota / 10mL	Áreas	A ^a	B ^a	Coefficiente de Correlación (r)
Ácido quínico	73,36	0,4	81.021,60 79.538,40	1.170,4831	-5.428,4312	0,99993
	183,40	1,0	207.051,20 204.100,80			
	366,80	2,0	410.514,01 413.962,52			
	458,50	2,5	542.909,8k 538.307,61			
	917,00	5,0	1.070.818,74 1.066.549,22			
	1.467,20	8,0	1.721.072,83 1.729.227,23			
	1.834,00	DM	2.130.571,42 2.130.657,63			

^a Y= AX + B; DM: disolución madre en 100 mL de ácido metafosfórico al 4,5%.

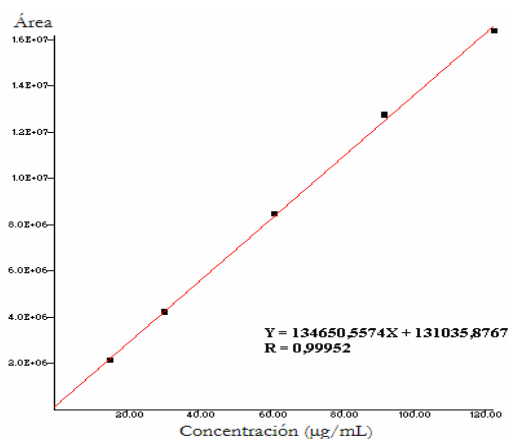


Figura 19 – Recta de calibrado para el ácido ascórbico.

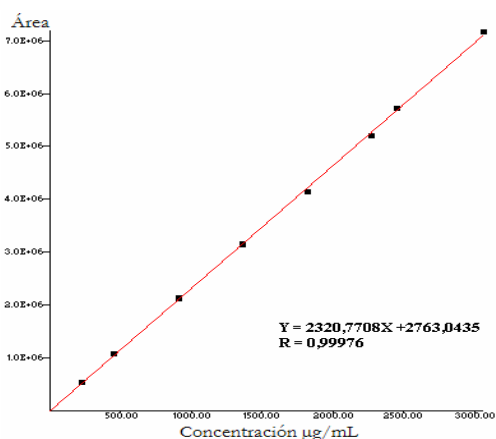


Figura 20 – Recta de calibrado para el ácido cítrico.

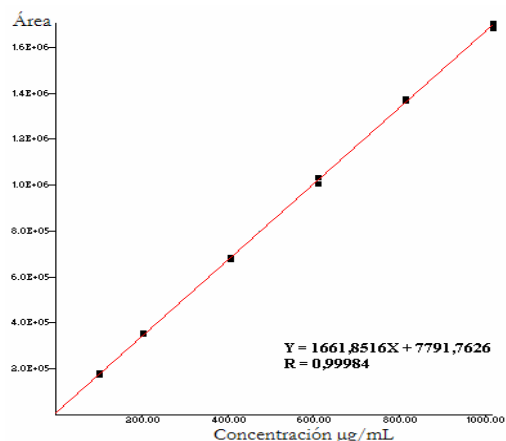


Figura 21 – Recta de calibrado para el ácido málico.

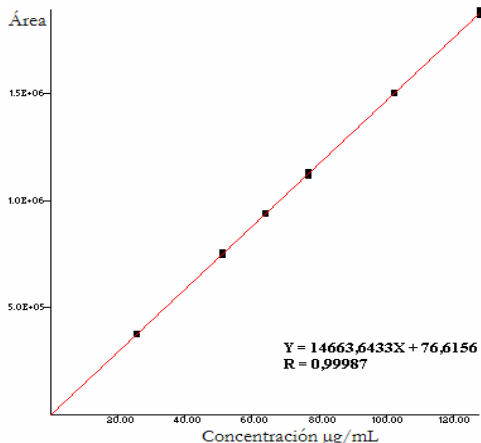


Figura 22 – Recta de calibrado para el ácido oxálico.

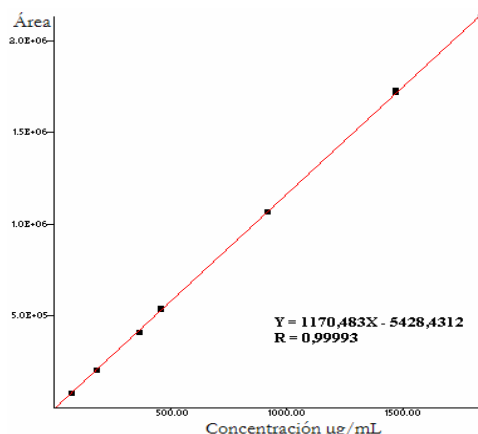


Figura 23 – Recta de calibrado para el ácido quínico.

3.2.10 Azúcares

Referencia: Santos (2003).

A – Principio

Separación y cuantificación de los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa mediante cromatografía líquida de alta resolución utilizando un detector Light Scattering (LS).

B – Material y Aparatos

- Agitador termomagnético, *Velp Scientifica*.
- Balanza analítica, *Adam Equipament*, modelo ADP 3100/L.
- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión 0,01 g.
- Cromatógrafo líquido de alta resolución equipado con:
 - Bomba para HPLC, *Jasco*, modelo PU-2080 Plus.
 - Columna *Spherisorb* de grupos aminos S_5NH_2 , *Waters*, con dimensiones de 250,0 x 4,6 mm, empacada con partículas de 5 µm, acoplada a una precolumna *Spherisorb* de grupos aminos, S_5NH_2 , *Waters*, con dimensiones 10,0 x 4,6 mm, empacada con partículas de 5 µm.
 - Detector de *Light Scattering*, *Eurosep*, modelo DDL-31.
 - Horno para columna *Gecko*, modelo 2000.
 - Inyector manual, *Rheodyne*, con bucle de inyección de 20 µL.
 - *Software Borwin Chromatography*, *Jasco*, versión 1.50.

- *Software Bornwin PDA, Jasco*, version 1.5.
- *Software HSS-2000 control Server, Jasco*, versión 3.5.2.
- Unidad de gradiente ternario de baja presión (mezclador), *Jasco*, modelo LG-2080-02.
- Unidad LC-Net II/ADC, *Jasco*.
- Desgasificador de Helio comprimido, Carburos metálicos.
- Condensador liebinger.
- Filtros de jeringa de nylon de 0,2 μm , *Waters*.
- Jeringa de 50 μL , SGE, Scharlab S.L.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.
- Micropipeta de 1000 μL , *Gilson*, modelo P73845L.
- Nitrógeno comprimido, Carburos metálicos.
- Papel filtro, *Albet*, No. 135.

C – Reactivos

- Acetonitrilo grado analítico, *Panreac*, Cód. 2211881.1612.
- Agua Milli-Q (sistema purificador *Millipore* y *Milli-Q plus*).
- D-(–)-Fructosa, *Merck*, Cód. 1.04007.1000.
- D-(+)-Glucosa, *Merck*, Cód. 1.08346.1000.
- Etanol absoluto, *Panreac*, Cód. 361086.1612.
- Sacarosa, *Merck*, Cód. 1.07687.1000.
- Solución de etanol al 80%.

D – Condiciones de determinación

- Fase móvil: mezcla de acetonitrilo y agua de grado HPLC (80:20 v/v).
- Flujo: 1,0 mL/min.
- Modo: Isocrático.
- Detector: LS, 500V, temperatura de evaporación 80°C, presión de nitrógeno 1,5 bares.
- Temperatura del horno para la columna: 30°C.
- Tiempo: 20 minutos.

E – Procedimiento

a) Preparación de la muestra

Pesar aproximadamente 0,25 g (kiwi y fresa) y 0,20 g (kiwi en almíbar) de muestra liofilizada y 0,25 g (mermelada de fresa) de muestra previamente homogeneizada y añadir 40 mL de etanol al 40%. Mantener la mezcla en ebullición a reflujo y agitación constante durante 30 minutos. Tras la extracción, refrigerar la muestra empleando hielo en escamas, filtrar a través de papel No. 135 y nuevamente, a través de un filtro de nylon de 0,2 μm e inyectar por duplicado en el cromatógrafo.

Las Figuras 24, 25, 26 y 27 representan los cromatogramas de los azúcares presentes en las muestras analizadas.

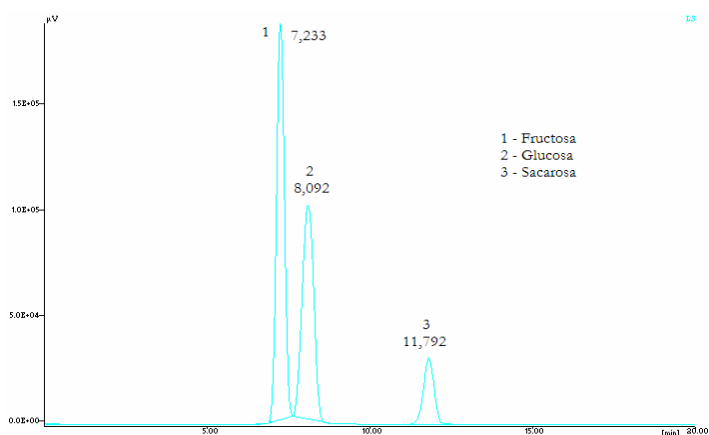


Figura 24 – Cromatograma de los azúcares en muestra de kiwi.

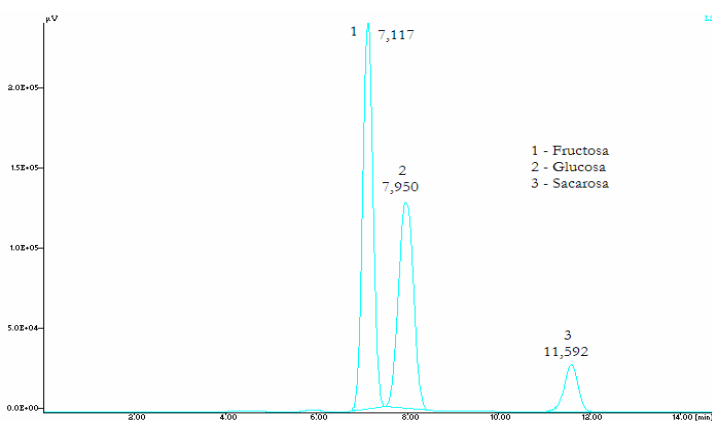


Figura 25 – Cromatograma de los azúcares en muestra de fresa.

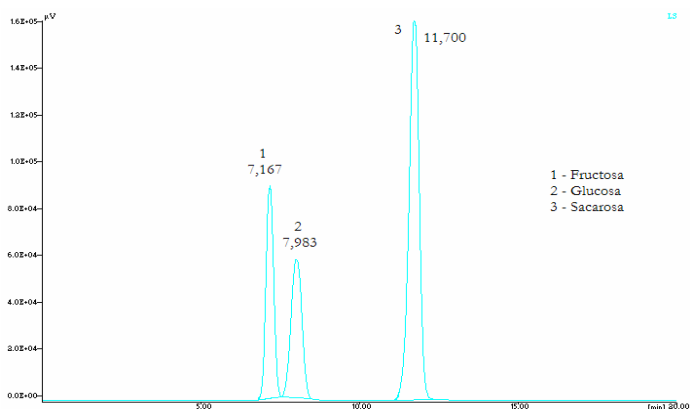


Figura 26 – Cromatograma de los azúcares en muestra de kiwi en almíbar.

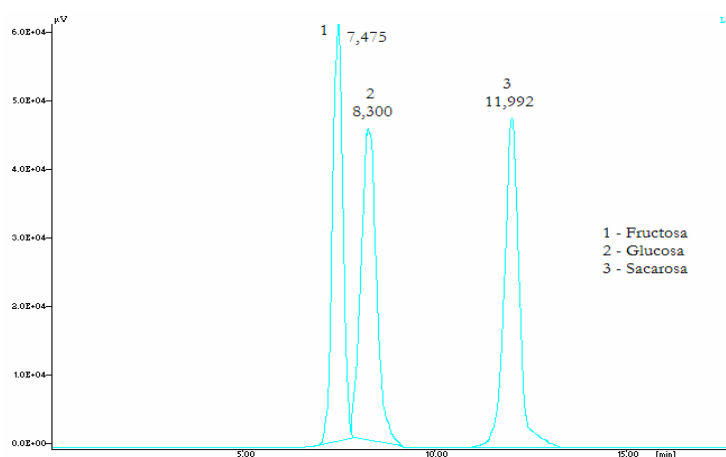


Figura 27 – Cromatograma de los azúcares en muestra de mermelada de fresa.

b) Preparación de los patrones

Para cada patrón de azúcar (fructosa, glucosa y sacarosa) preparar una solución madre en etanol al 80%, y a continuación, tomar las alícuotas necesarias para preparar las disoluciones de trabajo. En la Figura 28 se representan los cromatogramas de los patrones de los azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa).

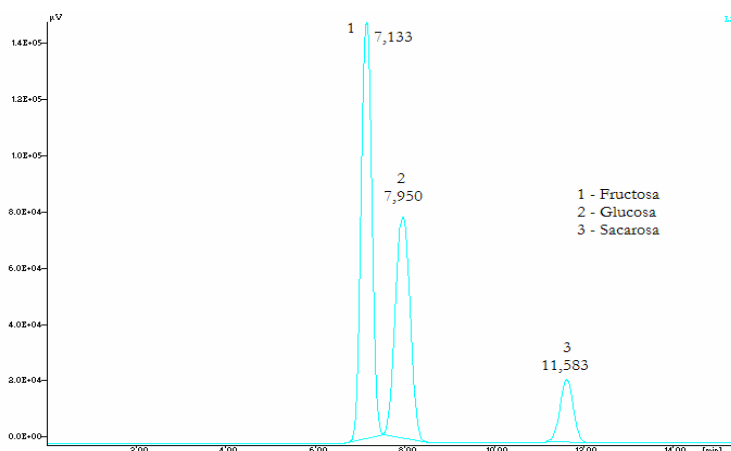


Figura 28 – Cromatograma de una mezcla patrón de azúcares.

F – Cálculo y expresión de los resultados

Calcular la concentración de cada azúcar presente en las muestras analizadas a partir de las rectas de calibrado establecidas. Se expresan en g del azúcar correspondiente / 100 g de muestra fresca.

G – Parámetros de validación

► Precisión del método

La precisión del método se obtiene al preparar 6 muestras de kiwi liofilizado, conforme al procedimiento de preparación de la muestra, y calcular su variabilidad utilizando el coeficiente de variación. Los coeficientes encontrados fueron 2,70, 2,30 y 2,23%, para la fructosa, la glucosa y la sacarosa, respectivamente.

► Precisión de la medida

La precisión de la medida se obtiene al preparar una muestra de kiwi liofilizado e inyectarla 8 veces obteniéndose los siguientes coeficientes de variación: 1,45, 1,08 y 0,33%, para los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa, respectivamente.

► Recuperación del método

Para la recuperación se parte de una solución de una mezcla patrón de azúcares de concentración conocida que se inyecta en el cromatógrafo. A continuación,

se toma una alícuota de la solución, se aplica el procedimiento de extracción de la muestra y se inyecta por triplicado. Los porcentajes de recuperación obtenidos fueron de 94,23, 95,42 y 94,15% para los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa, respectivamente.

► Límite de detección

Se define como la concentración límite de cada patrón que proporciona una señal 3 veces superior al ruido (ACS, 1980). Los límites de detección obtenidos fueron de 0,003, 0,030, 0,026 mg/mL para los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa, respectivamente.

► Rectas de calibrado

Para establecer las rectas de calibrado de cada azúcar se procedió conforme el apartado preparación de los patrones, obteniéndose para cada concentración inyectada el área correspondiente. La linealidad entre concentración y área permite valorar la concentración en azúcar presente en las muestras.

En la Tabla 9, se presenta los valores utilizados para calcular las rectas de calibrado. La solución madre fue preparada en 50 mL de solución de etanol al 80% con concentración de 2,47, 2,28 y 2,18 mg/mL de fructosa, glucosa y sacarosa. Las Figuras 29, 30 y 31 presentan las rectas de calibrado para cada azúcar analizado.

Tabla 9 – Concentraciones, áreas, alícuotas y coeficientes de correlación para los diferentes azúcares.

Azúcar	Concentración mg/mL	Alícuota / 10mL	Áreas	A ^a	B ^a	Coefficiente de Correlación (r)
Fructosa	0,25	1,0	350.406,50 348.542,00	2.732.556,5826	– 566.477,8918	0,9900
	0,49	2,0	778.091,50 785.841,50			
	0,62	2,5	1.026.369,75 1.010.604,50			
	0,99	4,0	1.916.568,00 1.917.410,50			
	1,48	6,0	3.348.129,00 3.434.503,50			
	1,97	8,0	5.020.460,98 5.038.959,00			

Azúcar	Concentración mg/mL	Alicuota / 10mL	Áreas	A ^a	B ^a	Coefficiente de Correlación (r)
Glucosa	0,23	1,0	268.428,50 275.443,75	2.387.206,8174	– 493.098,1164	0,9910
	0,46	2,0	630.846,25 618.024,75			
	0,68	3,0	1.109.281,50 1.088.472,50			
	0,91	4,0	1.539.453,52 1.586.271,00			
	1,14	5,0	2.140.166,50 2.128.916,50			
	1,37	6,0	2.793.676,00 2.760.631,66			
	1,60	7,0	3.126.236,18 3.106.535,00			
	1,83	8,0	3.832.456,50 3.811.178,00			
	2,28	DM	5.213.095,29 5.213.096,50			
Sacarosa	0,11	0,5	138.992,50 137.669,50	2.390.486,3459	– 239.133,3195	0,9917
	0,22	1,0	318.358,13 320.733,22			
	0,44	2,0	751.753,00 757.938,19			
	0,65	3,0	1.219.121,75 1.245.477,00			
	0,87	4,0	1.722.394,99 1.726.283,66			
	1,09	5,0	2.242.242,50 2.278.400,00			
	1,31	6,0	2.932.139,50 2.919.211,50			
	1,53	7,0	3.514.210,00 3.559.713,50			
	1,74	8,0	4.197.606,00 4.171.690,50			
	1,96	9,0	4.287.642,08 4.198.221,22			

^a Y= AX + B; DM: disolución madre en 50 mL de solución de etanol al 80% con concentración de 2,47 y 2,18 mg/mL de fructosa y sacarosa

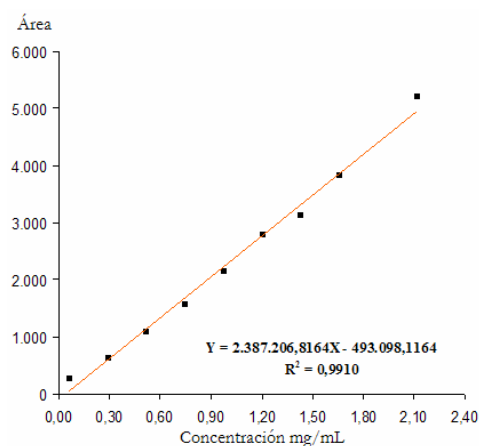
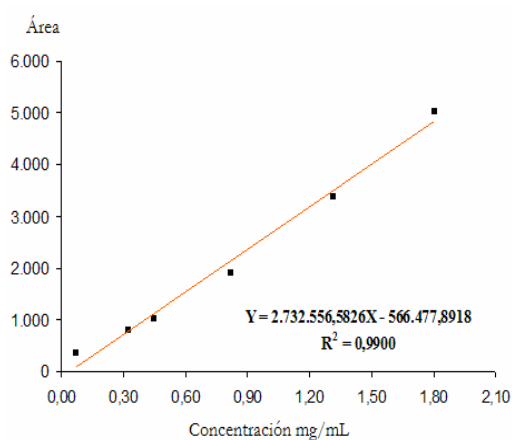


Figura 29 – Recta de calibrado para la fructosa.

Figura 30 – Recta de calibrado para la glucosa.

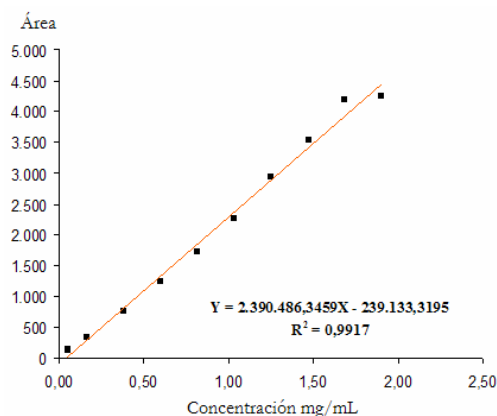


Figura 31 – Recta de calibrado para la sacarosa.

3.2.11 Fenoles totales

Referencias: Singleton y Rossi (1965); Slinkard y Singleton (1977); Singleton y col. (1999); Oboh (2005) y Mondragón-Portocarrero (2006).

A – Principio

Medida espectrofotométrica de la intensidad de color azul que se desarrolla al reaccionar los compuestos fenólicos con sustancias oxidables en medio alcalino.

B – Material y Aparatos

- Balanza analítica, *Adam Equipament*, modelo ADP 3100/L.
- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión 0,01 g.
- Espectrofotómetro ultravioleta/visible de doble haz, *Jasco*, modelo V-530 con *software Spectra Manager for Windows 95/NT*, *Jasco*.
- Estufa de laboratorio termostatzada, *Indelab*.
- Filtros de jeringa de nylon de 0,2 µm, *Waters*.
- Microcubetas de poliestireno de 2,5 mL, *dispolab Kartell*.
- Material de vidrio de uso en laboratorio.
- Vortex, *Velp Scientifica*.

C – Reactivos

- Acetona grado analítico, *Scharlau*, Cód. AC0311.
- Ácido tánico, *Riedel-deHaën*, Cód. 16201.
- Agua Milli-Q (sistema purificador *Millipore y Milli-Q plus*).
- Carbonato de sodio anhidro, *Panreac*, Cód. 131648.1210.
- Reactivo Folin-Ciocalteu's phenol 2 N, *Sigma*, Cód. F9252.
- Solución de acetona al 70%.
- Solución de carbonato de sodio 75 mg/L.
- Solución del Reactivo *Folin-Ciocalteu's phenol* 2 N 1:10, en agua Milli-Q.
- Solución patrón de ácido tánico en agua Milli-Q.

D – Procedimiento

a) Preparación de la muestra

Pesar aproximadamente 0,03 g (kiwi, fresa y kiwi en almíbar) de muestra liofilizada y 0,01 g de mermelada de fresa desecada. Adicionar 20 mL de solución de acetona fría al 70%, mezclar en el vortex y mantener en reposo a 4°C durante aproximadamente 12 horas. A continuación, filtrar a través de papel Albet No. 135 y tomar una alícuota de 2 mL a la cual se añaden 10 mL de solución del Reactivo Folin-Ciocalteu's phenol 2 N 1:10. Mezclar nuevamente en el vortex y dejar en reposo durante 3 minutos, después adicionar 8 mL de la solución de carbonato de sodio (75 mg/L), mezclar de nuevo en el vortex e incubar a 25°C durante 90 minutos. Medir la absorbancia a 760 nm realizando la medida por triplicado.

b) Preparación del patrón

Con el patrón seleccionado (ácido tánico) preparar una solución madre de 1070 µg/mL y diluir en agua MilliQ. La recta de calibrado se establece con los valores de la absorbancia obtenidos para cada concentración (Tabla 10). A partir de la recta se calcula la concentración de fenoles totales presente en las muestras. En la Figura 32 se presenta la recta de calibrado para el ácido tánico.

Tabla 10 – Concentraciones, alícuotas, absorbancia, y coeficiente de correlación para el ácido tánico.

Concentración μg/mL	Alícuota/ mL	Absorbancia 760nm
16,05	0,3	0,0832
21,40	0,4	0,1124
26,75	0,5	0,1379
32,10	0,6	0,1598
42,80	0,8	0,2369
64,20	1,2	0,3924
80,25	1,5	0,5139
85,60	1,6	0,6009
90,95	1,7	0,6518
96,30	1,8	0,7017
101,65	1,9	0,7302
A ^a		0,0078
B ^a		0,0723
r		0,9910

$$^a Y = AX + B$$

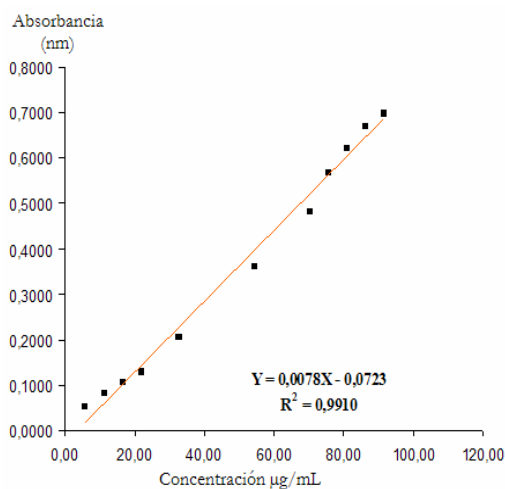


Figura 32 – Recta de calibrado para el ácido tánico.

3.2.12 Cenizas

Referencia: Método Oficial 942.05 AOAC (2002).

A – Principio

Calcinación de la muestra en mufla a $550 \pm 20^\circ\text{C}$ hasta la obtención de cenizas blancas o blanco-grisáceas.

B – Material y Aparatos

- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión 0,01 g.
- Cápsula de porcelana.
- Desecador, *Simax*, proveído con indicador de humedad silicagel.
- Horno eléctrico de mufla, *Horbesal*, modelo HD-230.

C – Procedimiento

Pesar las muestras en cápsulas de porcelana, previamente calcinadas durante 2 horas y mantenidas en desecador hasta temperatura ambiente. Pesar, a continuación, en la cápsula el equivalente a 2,0 g de muestra fresca. Mantener en mufla a $550 \pm 20^\circ\text{C}$ durante 3 horas o hasta que las cenizas presenten coloración blanco o blanco-grisáceas. Tras la incineración, mantener la muestra en el desecador a temperatura ambiente y pesar.

D – Expresión de los resultados

$$\text{Cenizas (\%)} = \left(\frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} \right) \times ms$$

Donde:

P_1 = Peso en gramos de la capsula vacía.

P_2 = Peso en gramos de la cápsula con la muestra liofilizada.

P_3 = Peso en gramos de la cápsula con la muestra calcinada.

ms = % de materia seca de la muestra.

3.2.13 Elementos Minerales

A – Principio

Determinación de diferentes elementos minerales (Na, K, Mg, Ca, Li, Fe, Mn, Cu y Zn) mediante espectrofotometría de absorción atómica. La cantidad de radiación absorbida es proporcional a la concentración del elemento presente en la muestra. La radiación es emitida a la misma longitud de onda que la del elemento.

B – Material y Aparatos

- Balanza electrónica de precisión, *Scaltec*, modelo SBA 31, precisión 0,01 g.

- Cápsula de porcelana.
- Desecador, *Simax*.
- Espectrofotómetro de absorción atómica, *Perkin Elmer* ICP-OES, modelo Optima 4300DV.
- Horno eléctrico de mufla, *Horbesal*, modelo HD-230.

C – Reactivos

- Ácido clorhídrico (fumante) 37%, *Merck*, 1.00317.1000
- Solución de ácido clorhídrico 3 M

D – Procedimiento

Disolver las cenizas totales obtenidas previamente en 20 mL de solución de ácido clorhídrico 3 M para la determinación de los elementos minerales. Esta determinación fue realizada en los servicios generales de la USC.

3.2.14 Consistencia

Referencias: Rao (1986); Garza (1998); Ibarz y Barbosa-Cánovas (2005); Emaldi y col. (2006).

A – Principio

Evaluación de la consistencia de una muestra viscosa, midiendo la distancia que recorre al fluir sobre una superficie lisa durante un intervalo de tiempo dado.

B – Material y Aparatos

- Consistómetro de Bostwick, *CSC Scientific Company*, No. 24295-000
- Material de vidrio de uso en el laboratorio.
- Termómetro digital, *Checktemp*, 0 a 100°C.

C – Procedimiento

En el consistómetro previamente nivelado, añadir 75 mL de mermelada de fresa en la compuerta del equipo a temperatura de 20°C. Accionar el mecanismo de liberación para que la muestra fluya instantáneamente y tras 30 segundos medir la distancia recorrida (cm).

3.2.15 Características técnicas de las conservas

Referencias: Codex Alimentarius (1981); Orden de 21 de noviembre de 1984; Orden de 12 de febrero de 1987; Real Decreto 1472/1989.

A – Peso neto

Cantidad del producto que existe en el interior del envase, medido por la diferencia entre el peso del producto en el recipiente y el peso escurrido y expresado en g.

El peso neto (g) mínimo para conservas vegetales en almíbar ligero es aproximadamente el 90% de la cantidad nominal del recipiente (mL).

B – Peso escurrido

Cantidad de producto (expresado en peso) que contiene el envase, determinado tras permanecer el producto sobre un tamiz, ligeramente inclinado, de malla de 5 mm y alambre de 1 mm, durante 2 minutos. La superficie del tamiz no será superior a la equivalente a un círculo de 20 cm de diámetro, para los envases de formato igual o menor a 850 mL, ni de 30 cm de diámetro, para los superiores a éste, hasta 5000 mL. El peso escurrido del producto no debe ser inferior al 50% de su cantidad nominal.

C – Cantidad nominal o capacidad de agua del recipiente

La cantidad nominal es el volumen de agua destilada a 20°C que cabe en el recipiente herméticamente cerrado cuando está completamente lleno.

Los resultados se expresan en volumen de agua y además son utilizados para enunciar el llenado mínimo de los recipientes: 90% de la capacidad de agua; y el peso escurrido mínimo requerido: 50% de la capacidad de agua del recipiente.

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.3.1 Kiwi

Kuehl (2001); Pardo y Ruiz (2002); Quinn y Keough (2004)

Para evaluar si existen diferencias significativas entre los tipos de cultivo de kiwi se utiliza un modelo lineal general de análisis de variancia con medidas repetidas (split-split) considerando dos factores: cultivo (A), con tres niveles (convencional, ecológico e integrado), y tiempo de almacenamiento (B), con 6 niveles con interacción. En ese estudio aunque la interacción sea significativa se estudia la tendencia de las medias en el tiempo.

El modelo estadístico para este diseño es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + d_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b \quad k = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

Y_{ijk} = Representa la observación correspondiente al nivel (i) del factor A y al nivel (j) del factor B en la k -ésima repetición de la variable respuesta (peso, sólidos solubles, ácido cítrico, ...).

μ = Media global de todas las observaciones.

A_i = Efecto del i -ésimo nivel de A (tipo de cultivo de kiwi).

d_{ik} = Error experimental dentro de cada tipo de cultivo de kiwi.

B_j = Efecto del j -ésimo nivel de B (tiempo de almacenamiento).

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre A x B.

e_{ijk} = Error experimental aleatorio atribuible a la observación Y_{ijk} .

Se supone que los errores se distribuyen de manera normal con media cero y varianza constante $[N(0, \sigma^2)]$, y que son independientes entre si.

El objetivo del análisis es estudiar el efecto del cultivo (A) y el efecto del tiempo de almacenamiento (B) considerando la presencia de las interacciones (A x B).

Así, si el test es no significativo, indica que no existe diferencias entre las medias ($p > 0,05$) y se acepta la hipótesis nula (H_0).

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a = \mu$$

Si el test es significativo indica que existe diferencias entre las medias ($p \leq 0,05$) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j, \text{ para algún } i \neq j$$

El análisis de la varianza realizado con los datos obtenidos de los tipos de cultivos de kiwi se muestra en la Tabla 11

Tabla 11 – ANOVA para el modelo split-plot.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F
Tipo de cultivo (A)	$(a - 1)$	SCA	CMA	CMA/CME1
Error residual (1)	$a(r - 1)$	SCE1	CME1	
Tiempo de almacenamiento (B)	$(b - 1)$	SCB	CMB	CMB/CME2
Interacción (A x B)	$(a - 1)(b - 1)$	SC(AB)	CM(AB)	CM(AB)/CME2
Error residual (2)	$a(r - 1)(b - 1)$	SCE2	CME2	
Total	$abr - 1$	SCT		

GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; F test F (Fisher-Snedecor); (*) $p \leq 0,05$; (**) $p \leq 0,01$; (***) $p \leq 0,001$; $p > 0,05$ = no significativo.

Asimismo, los tipos de cultivos de kiwi han sido relacionados utilizando como comparaciones múltiples *pos hoc* el test de Tukey.

Los datos han sido analizados mediante el software estadístico SPSS 14.0 para Windows.

3.3.2 Fresa

Kuehl (2001); Lara (2001); Gutiérrez y Vara (2003)

Para evaluar si existen diferencias significativas entre los tipos de cultivo de fresa se ha utilizado un diseño en bloques completos al azar (DBCA) considerando tres fuentes de variabilidad presente en los datos: el factor tratamiento (tipo de cultivo de fresa), el factor bloque (los muestreos realizados) y el error aleatorio. El factor bloque se utiliza como un

método para reducir y controlar la variación del error experimental con el fin de lograr una mayor precisión y la aleatorización se realiza dentro de cada bloque.

El modelo estadístico para este diseño está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + e_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b$$

Donde:

Y_{ij} = Representa la observación que corresponde al tratamiento (i) y al bloque (j) de la variable respuesta (peso, sólidos solubles, fructosa, ...).

μ = Media global de todas las observaciones.

A_i = Efecto debido al tratamiento (i).

B_j = Efecto debido al bloque (j).

e_{ij} = Error experimental aleatorio atribuible a la observación Y_{ij} .

Se supone que los efectos del tratamiento y del bloque son aditivos ya que no existe interacción tratamientos y bloques; también se supone que los errores se distribuyen de manera normal con media cero y varianza constante $[N(0, \sigma^2)]$, y que son independientes entre sí.

La hipótesis de interés es la misma para todos los diseños comparativos y está indicada en el apartado 3.3.1.

El análisis de la varianza para un experimento con un diseño DBCA se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12 – ANOVA para un diseño en bloques completos al azar.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F
Tratamientos	$(a - 1)$	SCT	CMT	CMT/CME
Bloques	$(b - 1)$	SCB	CMB	CMB/CME
Error residual	$(a - 1)(b - 1)$	SCE	CME	
Total	$N - 1$	SCTotal		

GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; F test F (Fisher-Snedecor);
 (*) $p \leq 0,05$; (**) $p \leq 0,01$; (***) $p \leq 0,001$; $p > 0,05$ = no significativo.

Los datos han sido analizados mediante el software estadístico SPSS 14.0 para Windows.

3.3.3 Kiwi en almíbar

Kuehl (2001); Pardo y Ruiz (2002); Quinn y Keough (2004)

El análisis de las diferencias significativas entre los tipos de kiwi en almíbar elaborados (CC, CE y EE) se ha realizado utilizando un modelo lineal general de análisis de variancia con medidas repetidas considerando dos factores: producto (A) y tiempo de almacenamiento (B) con 5 niveles y con la interacción.

Para evaluar si el tipo de materia prima (convencional/ecológica) ejerce influencia sobre el producto elaborado se comparan los productos CE y EE, así como para evaluar si el tipo de elaboración (convencional/ ecológica) ejerce influencia sobre la conserva se compran los productos CE y CC. Estos análisis se realizan mediante un test de hipótesis a priori (test simple) donde los distintos tipos de kiwi en almíbar elaborados se comparan con uno de referencia (CE).

En ese estudio aunque la interacción sea significativa se estudia la tendencia de las medias a lo largo del tiempo de almacenamiento.

El modelo estadístico para este diseño es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + d_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b \quad k = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

Y_{ijk} = Representa la observación correspondiente al nivel (i) del factor A y al nivel (j) del factor B en la k -ésima repetición de la variable respuesta (sólidos solubles, materia seca, sacarosa, ácido cítrico, ...).

μ = Media global de todas las observaciones.

A_i = Efecto del i -ésimo nivel de A (tipo de kiwi en almíbar).

d_{ik} = Error experimental dentro de cada tipo de kiwi en almíbar.

B_j = Efecto del j-ésimo nivel de B (tiempo de almacenamiento).

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre A x B.

e_{ijk} = Error experimental aleatorio atribuible a la observación Y_{ijk} .

Se supone que los errores se distribuyen de manera normal con media cero y varianza constante $[N(0, \sigma^2)]$, y que son independientes entre si.

La hipótesis de interés es la misma para todos los diseños comparativos y está indicada en el apartado 3.3.1.

El análisis de la varianza para el diseño de medidas repetidas se presenta en el apartado 3.3.1.

Para estudiar como se modifica la materia prima de partida tras el proceso de elaboración se utiliza el test t-Student comparando las medias obtenidas en el producto fresco con las del muestreo cero del producto elaborado.

Los datos han sido analizados mediante el software estadístico SPSS 14.0 para Windows.

3.3.4 Mermelada de fresa

Lenth, R. V. (1989); Kuehl (2001)

Para evaluar si existen diferencias significativas entre los tipos de mermelada de fresa elaborados (CC, CE, EE y EC) se ha utilizado un modelo lineal general de análisis de variancia considerando dos factores: materia prima (A) y proceso de elaboración (B) con dos niveles cada uno (ecológico y convencional) y con la interacción.

El modelo estadístico para este diseño es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b \quad k = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

Y_{ijk} = Representa la observación correspondiente al nivel (i) del factor A y al nivel (j) del factor B en la k -ésima repetición de la variable respuesta (consistencia, sólidos solubles, glucosa, ácido cítrico, ...).

μ = Media global de todas las observaciones.

A_i = Efecto del i -ésimo nivel de A (tipo de mermelada de fresa).

B_j = Efecto del j -ésimo nivel de B (tipo de elaboración).

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre A x B.

e_{ijk} = Error experimental aleatorio atribuible a la observación Y_{ijk} .

Se supone que los errores se distribuyen de manera normal con media cero y varianza constante $[N(0, \sigma^2)]$, y que son independientes entre si.

La hipótesis de interés es la misma para todos los diseños comparativos y está indicada en el apartado 3.3.1.

El análisis de la varianza para el diseño de dos factores se presenta en la Tabla 13.

Tabla 13 – ANOVA para el modelo de dos factores con interacción.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F
Tipo de cultivo (A)	$(a - 1)$	SCA	CMA	CMA/CME
Tiempo de almacenamiento (B)	$(b - 1)$	SCB	CMB	CMB/CME
Interacción (A x B)	$(a - 1)(b - 1)$	SC(AB)	CM(AB)	CM(AB)/CME
Error residual	$ab(r - 1)$	SCE	CME	
Total	$abr - 1$	SCT		

GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; F test F (Fisher-Snedecor); (*) $p \leq 0,05$; (**) $p \leq 0,01$; (***) $p \leq 0,001$; $p > 0,05$ = no significativo.

Para evaluar si la materia prima de partida ejerce influencia sobre los productos elaborados se utiliza el test t-Student comparando las medias obtenidas en el producto fresco con las del muestreo a los 30 días del producto elaborado.

Los datos han sido analizados mediante el software estadístico MINITAB® 14 para Windows.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. KIWI

4.1.1 Influencia de los diferentes sistemas de cultivo sobre las características físico-químicas del kiwi

Se han analizado kiwis procedentes de tres sistemas de cultivo convencional, ecológico e integrado (apartado 3.1.1) para evaluar la posible influencia del sistema de cultivo y del tiempo de almacenamiento en cámara sobre sus características físico-químicas.

En cada tipo de kiwi (convencional, ecológico e integrado) se han realizado las determinaciones físico-químicas de calibre (peso, longitud y diámetro ecuatorial mayor y menor), dureza, sólidos solubles, fructosa, glucosa, sacarosa, acidez total, pH, índice de madurez (IM), a_w , materia seca, parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$), ácidos cítrico, quínico, málico, oxálico y ascórbico y compuestos fenólicos totales a lo largo del tiempo de almacenamiento.

La Tabla 14 recoge las medias y desviación estándar de estas variables así como el análisis de la varianza de dos factores (cultivo y tiempo de almacenamiento) con interacción siguiendo un modelo split-plot, que se ha aplicado a cada variable. En el ANEXO A se encuentran los cuadros del ANOVA para cada una de las variables estudiadas.

En la Tabla 14 se observa que los factores cultivo y tiempo únicamente no fueron significativos para las variables diámetro ecuatorial mayor y fenoles totales y que el factor cultivo es significativo en 20 variables y el factor tiempo en 22. En las variables en las que la interacción es significativa se estudia la tendencia de las medias de las muestras en el tiempo.

Tabla 14 – Datos de las variables físico-químicas evaluadas en kiwi (media+desviación estándar) y resultados del ANOVA de dos factores (cultivo y tiempo) con interacción.

Cultivo	Muestreo	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro > (cm)	Diámetro < (cm)	Dureza (kg)	Sólidos solubles ¹	Fructosa ²	Glucosa ²	Sacarosa ²	Acidez ²	pH
C	1	94,74±5,29	5,20±0,32	4,52±0,34	3,72±0,17	2,84±1,10	14,02±1,18	4,35±0,00	4,50±0,01	1,03±0,00	1,49±0,00	3,34±0,00
	2	96,29±16,76	5,30±0,35	4,30±0,46	3,74±0,20	1,02±0,84	13,60±0,80	4,15±0,00	4,34±0,00	0,63±0,01	1,38±0,00	3,38±0,00
	3	83,30±3,86	4,92±0,16	4,08±0,08	3,64±0,11	0,32±0,29	14,14±0,72	4,57±0,04	4,96±0,04	1,02±0,01	1,35±0,00	3,27±0,00
	4	67,01±10,02	4,32±0,58	3,82±0,59	3,22±0,08	0,14±0,19	15,08±1,54	4,18±0,02	4,31±0,01	1,04±0,03	1,55±0,12	3,60±0,13
	5	100,52±13,12	5,46±0,42	4,38±0,21	3,78±0,21	0,50±0,12	14,10±0,61	4,02±0,07	4,18±0,10	0,94±0,02	1,45±0,03	3,03±0,01
	6	62,77±3,46	4,26±0,28	3,78±0,13	3,48±0,40	0,82±0,32	13,32±0,95	3,93±0,05	4,25±0,04	0,98±0,00	1,38±0,01	3,23±0,00
E	1	78,70±5,34	5,08±0,13	3,94±0,08	3,42±0,08	2,78±0,92	12,38±0,82	3,79±0,01	3,97±0,04	0,98±0,00	1,46±0,00	3,50±0,00
	2	91,08±17,34	5,32±0,60	4,04±0,40	3,62±0,20	1,18±0,88	12,64±0,51	3,61±0,02	3,95±0,00	0,86±0,01	1,46±0,00	3,38±0,00
	3	78,31±4,83	4,98±0,38	3,94±0,20	3,32±0,08	0,50±0,28	12,52±1,13	3,21±0,02	3,57±0,14	0,89±0,00	1,35±0,00	3,41±0,00
	4	72,99±12,79	4,72±0,51	3,78±0,34	3,40±0,20	0,86±0,35	13,62±0,22	3,90±0,00	4,25±0,00	1,04±0,00	1,48±0,02	3,59±0,02
	5	88,56±11,12	5,58±0,42	3,88±0,21	3,52±0,17	1,18±0,17	12,86±0,98	3,42±0,04	3,47±0,00	0,95±0,00	1,41±0,01	3,22±0,01
	6	78,96±27,86	4,80±0,39	4,14±1,14	2,98±0,17	1,12±0,17	13,78±0,90	3,39±0,00	3,60±0,02	0,98±0,01	1,48±0,01	3,30±0,01
I	1	80,04±2,06	4,98±0,24	4,06±0,08	3,46±0,05	3,56±1,63	12,58±0,42	3,63±0,04	3,82±0,04	0,94±0,00	1,43±0,00	3,47±0,00
	2	81,19±0,56	5,08±0,04	3,98±0,10	3,46±0,05	0,90±0,18	13,44±0,73	3,89±0,08	4,31±0,02	0,99±0,02	1,32±0,00	3,42±0,00
	3	82,27±1,25	5,12±0,17	3,94±0,15	3,48±0,04	0,12±0,17	13,26±0,43	3,56±0,04	4,04±0,05	0,90±0,01	1,28±0,00	3,55±0,00
	4	81,53±1,64	5,22±0,25	3,88±0,10	3,36±0,31	0,36±0,43	14,28±0,40	3,81±0,01	4,10±0,00	0,99±0,00	1,41±0,10	3,56±0,00
	5	80,81±2,41	5,02±0,17	4,02±0,14	3,34±0,16	1,00±0,12	12,78±1,21	3,70±0,07	3,99±0,06	0,92±0,00	1,30±0,01	3,21±0,01
	6	78,53±5,72	4,96±0,27	3,88±0,31	3,30±0,17	1,20±0,23	13,30±0,39	3,32±0,03	3,56±0,00	0,87±0,01	1,23±0,03	3,37±0,01
ANOVA dos factores	Cultivo	ns	ns	ns	***	ns	**	***	***	**	***	***
	Tiempo	***	***	ns	***	***	***	***	***	***	***	***
	C x T	**	***	ns	**	ns	ns	***	***	***	**	**

C=convencional; E=ecológico; I=integrado; ¹ °Brix; ² g/100 g de muestra fresca; ³ g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 14 – (continuación) Datos de las variables físico-químicas evaluadas en kiwi (media+desviación estándar) y resultados del ANOVA de dos factores (cultivo y tiempo) con interacción.

Cultivo	Muestreo	IM	α_{av}	Materia Seca %	L*	a*	b*	a*/b*	C*	H*	ΔE^*
C	1	9,39±1,11	0,974±0,00	17,50±0,56	38,29±5,82	-5,05±0,28	21,74±3,68	-0,23±0,03	22,32±3,64	103,27±1,82	-
	2	9,92±0,76	0,967±0,01	17,35±0,35	48,29±2,55	-4,63±0,31	25,05±2,42	-0,18±0,01	25,48±2,42	100,46±0,67	10,55
	3	10,71±0,44	0,973±0,00	16,65±0,07	45,01±1,78	-4,02±0,20	21,18±0,98	-0,19±0,01	21,56±0,97	100,73±0,65	6,83
	4	10,15±2,14	0,975±0,00	17,33±0,24	42,88±3,34	-4,40±0,33	21,02±1,88	-0,21±0,02	21,48±1,86	101,85±1,13	4,69
	5	9,66±0,40	0,980±0,00	17,15±0,21	46,16±2,29	-3,82±0,55	21,87±2,13	-0,17±0,00	22,20±2,20	99,83±0,53	7,97
	6	9,97±0,42	0,976±0,00	16,18±0,10	45,10±3,86	-4,06±0,29	21,79±2,53	-0,18±0,01	22,16±2,53	100,59±0,88	6,89
E	1	8,51±0,79	0,978±0,00	16,25±0,21	43,56±2,89	-3,54±0,28	22,83±2,59	-0,15±0,02	23,13±2,52	99,22±1,635	-
	2	8,79±0,39	0,975±0,00	16,35±0,07	49,37±1,41	-2,70±0,15	22,99±0,80	-0,11±0,00	23,14±0,79	96,66±0,48	5,88
	3	9,26±1,16	0,978±0,00	16,30±0,00	43,75±1,75	-4,50±0,69	23,76±2,41	-0,18±0,01	24,18±2,47	100,66±0,90	1,35
	4	9,21±0,19	0,979±0,00	16,75±0,07	46,50±1,68	-4,34±0,75	21,99±1,93	-0,19±0,01	22,42±2,02	101,06±1,09	3,17
	5	9,19±0,73	0,982±0,00	16,15±0,07	46,75±1,69	-5,15±0,55	26,05±1,53	-0,19±0,01	26,56±1,59	101,13±0,75	4,82
	6	9,20±0,35	0,974±0,00	17,30±0,14	48,56±1,28	-4,07±0,77	23,81±1,52	-0,17±0,02	24,16±1,60	99,63±1,42	5,12
I	1	8,90±0,31	0,979±0,00	16,95±0,49	41,00±1,28	-4,63±0,46	19,13±1,58	-0,24±0,00	19,68±1,64	103,55±0,27	-
	2	10,02±0,76	0,975±0,00	16,35±0,21	33,94±1,33	-4,12±0,37	17,45±1,74	-0,23±0,02	17,93±1,74	103,31±1,25	7,27
	3	10,23±0,28	0,971±0,00	17,30±0,14	43,68±1,85	-4,73±0,62	21,00±1,31	-0,22±0,07	21,53±1,41	102,62±0,93	3,28
	4	9,89±0,65	0,977±0,00	17,40±0,14	44,63±0,75	-4,35±1,13	21,22±0,63	-0,20±0,05	21,68±0,67	101,53±2,94	4,20
	5	10,04±1,03	0,979±0,00	16,35±0,21	46,30±0,53	-5,25±0,13	23,16±0,55	-0,22±0,00	23,75±0,52	102,73±0,52	6,70
	6	10,68±0,47	0,976±0,00	16,75±0,35	46,35±1,13	-5,23±0,29	23,12±0,90	-0,22±0,00	23,71±0,94	102,70±0,38	6,71
ANOVA dos factores	Cultivo	*	ns	*	***	***	***	***	***	***	-
	Tiempo	ns	*	ns	***	**	**	***	*	**	-
	C x T	ns	ns	*	***	***	***	***	***	***	-

C=convencional; E=ecológico; I=integrado; IM=índice de madurez;

ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 14 – (continuación) Datos de las variables físico-químicas evaluadas en kiwi (media+desviación estándar) y resultados del ANOVA de dos factores (cultivo y tiempo) con interacción.

Cultivo	Muestreo	Acido Cítrico ¹	Acido Quínico ¹	Acido Málico ¹	Acido Oxálico ¹	Acido Ascórbico ¹	Fenoles totales ²
C	1	1003,19±8,09	711,88±0,61	323,32±0,16	27,58±0,01	64,15±0,07	4,76±0,21
	2	1087,84±0,68	860,00±0,70	259,22±0,53	10,74±0,05	79,68±0,04	4,94±0,07
	3	1068,55±2,84	975,27±4,15	150,45±5,00	30,67±0,11	78,57±0,21	4,25±0,05
	4	1195,91±1,67	883,50±5,06	111,17±2,26	12,83±0,04	83,75±0,07	4,98±0,34
	5	1120,15±3,63	916,47±0,02	133,02±2,02	13,36±0,02	92,03±0,13	4,93±0,35
	6	1164,37±2,20	887,82±1,18	115,86±9,47	16,97±0,09	87,44±0,1	4,02±0,08
E	1	1203,96±5,09	867,80±7,09	204,94±23,85	29,60±0,12	72,14±0,08	4,29±0,42
	2	1153,31±3,83	830,32±4,82	281,49±2,25	16,49±0,16	71,50±0,28	4,40±0,09
	3	1098,07±0,09	933,18±0,78	245,91±0,65	30,87±0,19	79,19±0,00	4,51±0,35
	4	1232,61±4,17	922,70±0,24	180,82±0,79	13,28±0,06	75,89±0,13	4,68±0,52
	5	1174,61±2,46	893,94±3,30	161,55±3,28	20,82±0,05	70,72±0,18	4,31±0,15
	6	1264,81±8,78	955,37±2,33	199,93±0,14	19,50±0,35	91,33±1,34	4,78±0,68
I	1	958,15±0,53	759,36±2,82	385,84±2,33	24,97±0,70	65,39±0,09	4,42±0,33
	2	1097,88±5,20	943,72±3,75	70,47±48,22	15,42±0,14	69,83±0,42	4,74±0,08
	3	1063,20±3,49	847,67±13,52	230,06±1,89	20,52±0,09	70,64±0,02	4,55±0,29
	4	1125,38±4,90	953,83±1,56	131,66±0,38	19,61±0,03	72,72±0,28	4,79±0,30
	5	1052,60±1,16	952,93±6,50	154,73±2,82	18,00±0,02	64,38±0,18	3,93±0,13
	6	1116,48±1,27	884,34±3,16	158,64±2,17	17,44±0,40	76,09±0,18	4,59±0,18
ANOVA	Cultivo	***	**	**	***	***	ns
dos	Tiempo	***	***	***	***	***	ns
factores	C x T	***	***	***	***	***	ns

C=convencional; E=ecológico; I=integrado; ¹ mg/100 g de muestra fresca; ² mg de ácido tánico/100 g de muestra fresca;
 ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

En cuanto al calibre de los kiwis analizados, únicamente existen diferencias significativas en la variable diámetro ecuatorial menor en función del cultivo.

En la Tabla 14 se observa que existe una gran variabilidad en el peso de las muestras analizadas dentro de cada tipo de cultivo. El rango de peso se sitúa entre 62,77 y 100,52 g. Estos valores son similares a los citados por diferentes autores para kiwis de la misma variedad (Cano, 1991; Cotter y col., 1991; Ferguson, 1997; Rinallo y Mori, 2000; Nishiyama y col., 2004 y Jaeger y Harper, 2005).

En función del peso, los kiwis procedentes del cultivo convencional y ecológico se incluyen dentro de la categoría extra y los procedentes del cultivo integrado en la categoría 1 (Reglamento CE 1673/2004).

En general, aún cuando no existen diferencias significativas en estos parámetros en función del cultivo los kiwis procedentes del cultivo convencional son los de mayores dimensiones.

La dureza en los kiwis analizados presentó unos valores mínimos y máximos de 0,12 y 3,56 kg no existiendo diferencias en función del cultivo pero sí en función del tiempo (Tabla 14).

En los tres tipos de kiwis la dureza tiende a disminuir. La mayor diferencia se sitúa entre el 1^{er} y 2^o muestreo con pérdidas de más del 60% de la dureza inicial (Tabla 14). A partir de este 2^o muestreo los valores de dureza se sitúan por debajo de 1,18 kg, es decir, dentro de los valores óptimos de madurez (0,5 – 1,0 kg), conforme se describe en el apartado 1.3. Stec y col (1989), Cotter y col (1991), Paterson y col. (1991), Serra, y col. (1997) y Crisosto y Crisosto (2001) consideran que el máximo de dureza debe estar entre 1,0 y 1,3 kg.

Abdala y col. (1996) indican que, incluso aunque los kiwis estén almacenados a temperaturas de refrigeración (2°C), la dureza disminuye si la concentración de sólidos solubles pasa de 6,0 a 8,7%. Sin embargo, Antunes y Sfakiotakis (2002) indican que la dureza no disminuye perceptiblemente en los frutos almacenados a 0 – 5°C.

Según Gerschenson y col. (2001), la dureza en los frutos del kiwi en el momento del consumo influye de forma importante en sus características sensoriales incluyendo la intensidad de percepción del aroma, el sabor dulce y la acidez.

En la evaluación sensorial de la dureza externa realizada con las muestras objeto de estudio se observan diferencias significativas en relación al factor tiempo, resultado que coincide con el obtenido por penetrometría.

Los sólidos solubles de los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo presentan valores comprendidos entre 12,38 y 15,08 °Brix (Tabla 14). Estos valores se sitúan entre los valores máximos y mínimos indicados por diferentes autores y que son los considerados óptimos para el consumo (Cotter y col., 1991; Paterson y col., 1991; Serra, y col., 1997; Crisosto y Crisosto, 2001; Soufleros y col., 2001; Rocculi y col., 2003; Arazuri y col., 2005 y Simal y col., 2005). Clark y col. (1998) encuentran valores inferiores en frutos maduros de la misma variedad (Hayward) y Gerschenson y col. (2001) indican un contenido entre 11 y 14 °Brix.

Según Hallett y col. (1992) el contenido de sólidos solubles presente en el fruto es directamente proporcional al grado de madurez.

En cuanto al factor cultivo, los kiwis del cultivo convencional presentan mayores valores de °Brix que los kiwis del cultivo integrado y éstos a su vez son superiores a los del cultivo ecológico.

Si bien existen diferencias significativas para esta variable en función del factor tiempo los valores se sitúan en cualquier caso dentro del intervalo considerado como óptimo.

En los tres tipos de cultivo los azúcares mayoritarios (g/100 g de muestra fresca) son la glucosa y la fructosa (Tabla 14).

Las concentraciones de los azúcares determinados en este trabajo se encuentran dentro de los valores indicados por otros autores. Así, Paterson y col. (1991) reportan valores máximos para fructosa, glucosa y sacarosa de 5,5, 4,8 y 1,6 g/100 g de muestra

fresca, respectivamente; Van Gorsel y col. (1992) indican un contenido de $8,24 \pm 3,43$; $6,94 \pm 2,85$ y $1,81 \pm 0,72$ g/100 mL de zumo para los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa, respectivamente; Serra y col. (1997) indican un contenido de azúcares totales (fructosa, glucosa y sacarosa) de 9,5 g/100 g de muestra fresca; Pérez y col. (1997) de 7,68 g de azúcares totales/100 g de muestra fresca y Lo Voi y col. (1992) indican un rango comprendido entre 7,19 y 12,35 g de glucosa y fructosa /100 g de muestra fresca en otras variedades de kiwi (Abbot, Bruno, Elmwood, Gracie y Monty). Clark y col. (1998) indican contenidos de fructosa, glucosa y sacarosa de 4,5, 4,18 y 1,67 g/100 g de muestra fresca, respectivamente.

Según Arazuri y col. (2005), el incremento en el contenido de sólidos solubles tras la cosecha está correlacionado con el incremento en las cantidades de los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa.

En las muestras analizadas existen diferencias significativas debido tanto al factor cultivo como al tiempo de almacenamiento (Tabla 14). Los kiwis procedentes del cultivo convencional son los que presentan mayores cantidades de fructosa, glucosa y sacarosa. Esto se corresponde con el hecho de que estas muestras son las que presentan un mayor °Brix, lo cual se ha corroborado con la evaluación sensorial que se ha realizado paralelamente, en donde se han encontrado diferencias significativas en cuanto al sabor dulce, siendo los kiwis del cultivo convencional los que presentan mayor intensidad de ese atributo.

A lo largo del tiempo los tres azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) sufren una disminución que no supera el 10% en los tres tipos de cultivos (Figura 33).

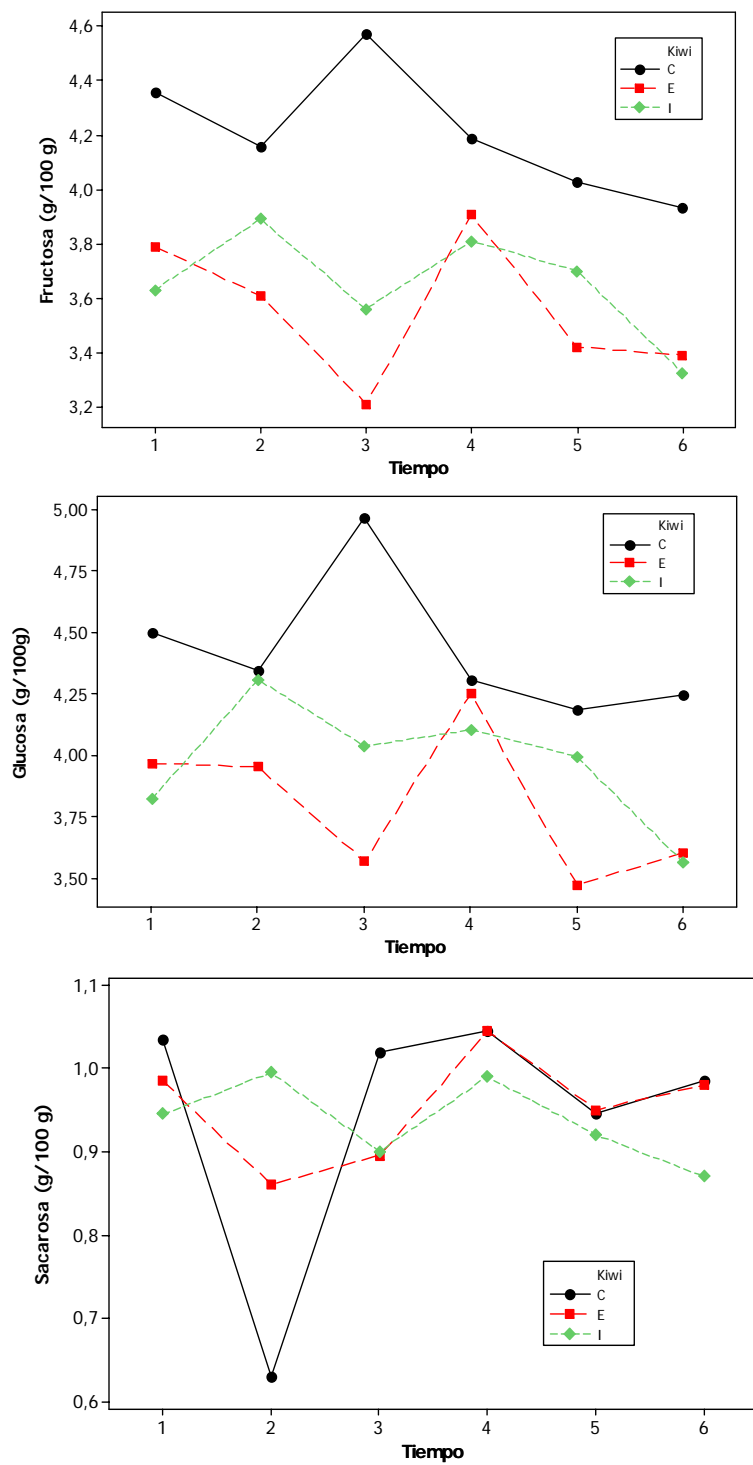


Figura 33 – Evolución del contenido de fructosa, glucosa y sacarosa en kiwi.

El pH de los kiwis analizados se encuentra comprendido entre 3,03 y 3,59. La acidez (g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca) se encuentra comprendida entre 1,23 y 1,55 (Tabla 14). Estos valores se sitúan dentro del rango citado por Cano (1991), Serra y col. (1997), Lo Voi y col. (1992), Castaldo y col. (1992) y Esti y col. (1998). Rocculi y col. (2003) indican valores de pH entre 3,31 a 3,75 observando un constante y significativo incremento que atribuyen a una progresiva disminución de la concentración de ácidos orgánicos consecuencia del metabolismo de maduración del fruto.

Tanto el pH como la acidez de los kiwis analizados presentan diferencias significativas en función del cultivo. En el pH las diferencias se sitúan entre los kiwis obtenidos mediante los cultivos integrado y ecológico y el convencional que presenta los valores más bajos y en la acidez entre los cultivos ecológico y convencional y el integrado con los menores valores. De todas formas, aunque existan pequeñas diferencias entre los kiwis procedentes de los tres cultivos, no son suficientes para que los catadores detecten diferencias en el sabor ácido entre dichos kiwis.

Existen también fluctuaciones significativas a lo largo del tiempo de almacenamiento en el pH y la acidez de los kiwis de los tres tipos de cultivo. En cualquier caso aunque los valores de acidez se mantienen por encima de los recomendados por Crisosto y Crisosto (2001). Estos autores señalan que valores de acidez del orden de los encontrados no deben suponer un rechazo para el consumidor ya que los valores de °Brix son superiores al 11,6%, límite inferior recomendado por estos autores.

El índice de madurez (IM) calculado como la relación °Brix/acidez, presenta un rango comprendido entre 8,51 y 10,71 (Tabla 14). Estos valores se encuentran por encima del rango indicado por Paterson y col (1991) que es de 1,68 a 7,42 en kiwi maduro. Sin embargo, se sitúan dentro del rango presentado por Castaldo y col (1992), los cuales indican que un índice de madurez comprendido entre 7,36 y 11,0 es el considerado como óptimo.

En cuanto al factor cultivo existen diferencias significativas entre los kiwis analizados, situándose éstas entre los kiwis procedentes de los cultivos convencional e integrado respecto a los procedentes del cultivo ecológico.

En el presente estudio a lo largo del tiempo de almacenamiento el índice de madurez sufre un pequeño incremento, no significativo, que está relacionado con el aumento en la cantidad de sólidos solubles y con la disminución de la acidez de los kiwis. Soufleros y col. (2001) indican una evolución poscosecha del índice de madurez de 6,40 a 8,54 en kiwis almacenados a temperatura entre 16 y 18°C durante 94 días.

El índice de madurez y la dureza del fruto presentan una evolución inversa durante la maduración (Tabla 14).

En cuanto a la a_w de los kiwis analizados, el rango está comprendido entre 0,967 y 0,982 (Tabla 14). Estos valores son similares a los indicados por Schwartz y col. (1999) y Escriche y col. (2002) y están por debajo de los indicados por Gerschenson y col. (2001).

No se han encontrado diferencias entre cultivos y las diferencias encontradas a lo largo del tiempo aunque significativas son mínimas.

La materia seca de las muestras analizadas se encuentra en el rango comprendido entre 17,50 y 16,15% (Tabla 14). Los valores determinados de materia seca coinciden con los encontrados por otros autores (Cano, 1991; Serra y col., 1997; Gerschenson y col., 2001; Nishiyama y col., 2004 y Simal y col., 2005). Kvesitadze y col. (2001) indican un rango comprendido entre 17,2% y 18,9% para otras variedades de kiwi (Cardinal, Bruno, Monti, Colomicta, Purpuria y Gaivard).

Aunque los kiwis analizados presentan diferencias significativas en cuanto al factor cultivo respecto a la materia seca, éstas son mínimas entre los tres cultivos.

En cuanto a los parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$) todos los kiwis analizados presentan valores de a^* negativos, por lo que la relación a^*/b^* también lo es. Esto indica que predomina el color verde. Así, el tono de las muestras se sitúa entre 99 y 112° que se corresponde con la zona de los verdes (Tabla 14). Estos valores son similares a los presentados por diferentes autores (Cano, 1991, Montefiori y col., 2005 y Simal y col., 2005).

En función del cultivo existen diferencias en todos los parámetros de color. Aún cuando los valores son muy similares, es de destacar la mayor luminosidad y los menores valores de a^* , de la relación a^*/b^* y del tono de las muestras procedentes del cultivo ecológico. Sin embargo, estas pequeñas diferencias no son suficientes para ser detectadas por los catadores.

A lo largo del tiempo de almacenamiento se producen fluctuaciones significativas en todos los parámetros de color, de tal forma que las diferencias entre el primer y último muestreo son mínimas.

La diferencia de color total (ΔE^*) en los tres tipos de kiwis analizados presenta una disminución a lo largo del tiempo de almacenamiento más acentuada en los kiwis procedentes del cultivo convencional seguidos de los del cultivo ecológico e integrado. Esa disminución tanto en los kiwis del cultivo ecológico como en los del cultivo integrado es más acentuada entre el 1^{er} y 2^o muestreo (Tabla 14).

En cuanto a los ácidos orgánicos, el mayoritario es el ácido cítrico, dato coincidente con lo indicado por diferentes autores que analizaron esta fruta. El rango en el que se encuentra en las muestras está comprendido entre 958,15 y 1264,81 mg/100 g de muestra fresca. Lo Voi y col. (1992) indican un rango de 885,0 a 1664,0 mg/100 g de muestra fresca, para otras variedades de kiwi (Abbot, Bruno, Elmwood, Gracie y Monty). Castaldo y col. (1992) citan un rango de 906,0 a 1602 mg/100 g de muestra; Van Gorsel y col. (1992) indican una concentración de 730 ± 92 mg/100 mL de zumo de kiwi y para Esti y col. (1998) el rango es el comprendido entre 860,0 y 1580 mg/100 g de muestra fresca.

Los kiwis procedentes del cultivo ecológico, con un mayor contenido en ácido cítrico, se diferencian de los kiwis de los cultivos convencional e integrado respecto al contenido de este ácido.

El ácido cítrico se incrementa de forma ligera, aunque significativa, a lo largo del tiempo de almacenamiento (Figura 34). Según Haard y Chism (2000), aunque la acidez total disminuye en la mayoría de las frutas durante la maduración el contenido de algunos ácidos en concreto puede aumentar.

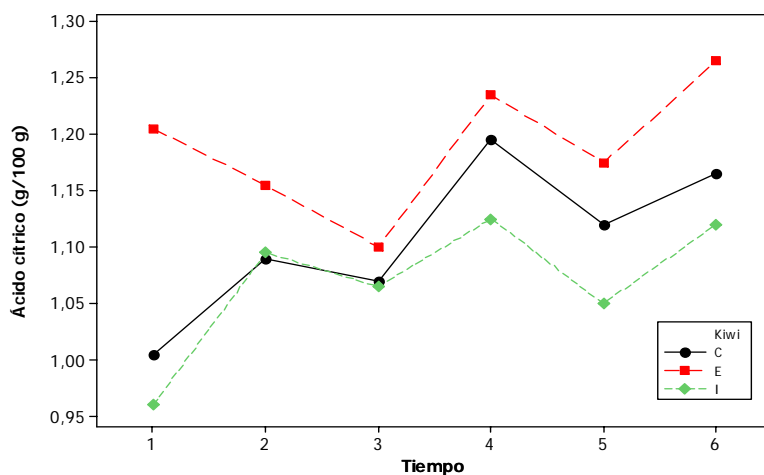


Figura 34 – Evolución del contenido de ácido cítrico en kiwi.

González-Rodríguez (1991) indica un comportamiento similar a lo largo del periodo poscosecha, señalando una disminución al final del periodo (180 días).

El ácido quínico presenta valores comprendidos en el rango de 711,88 a 975,27 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 14).

Cuantitativamente, el ácido quínico ocupa el segundo lugar, después del cítrico, en los tres tipos de kiwis analizados, lo que coincide con análisis realizados por otros autores. Castaldo y col (1992) indican valores de 400 a 760 mg/100 g de muestra fresca y Van Gorsel y col. (1992) indican un valor de 774 ± 57 mg/100 mL de zumo. Lo Voi y col. (1992) presentan un rango de 313,0 a 621,0 mg/100 g de muestra fresca para otras variedades de kiwi (Abbot, Bruno, Elmwood, Gracie y Monty), valores inferiores a los encontrados en este estudio para la variedad Hayward.

Existen diferencias significativas en el contenido en ácido quínico en función del cultivo. En general, los frutos del cultivo ecológico, presentan concentraciones ligeramente superiores a los procedentes de los cultivos convencional e integrado.

A lo largo del tiempo se observan fluctuaciones significativas, en el contenido del ácido quínico con una tendencia al incremento (Figura 35). Este comportamiento es similar

al observado por González-Rodríguez y col. (1993) al final del periodo poscosecha. Okuse y Ryugo (1981) y González-Rodríguez y col. (1993) señalan que es el ácido predominante durante el desarrollo del fruto.

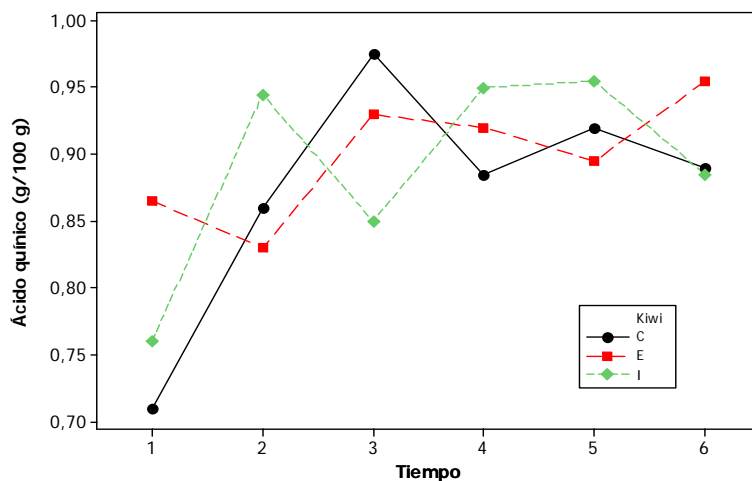


Figura 35 – Evolución del contenido de ácido quínico en kiwi.

El contenido en ácido málico se encuentra entre 70,47 y 323,32 (mg/100 g de muestra fresca) en los kiwis analizados (Tabla 14).

Van Gorsel y col. (1992) indican valores superiores a los encontrados en este estudio (501 ± 42 mg/100 mL de zumo) para la misma variedad y Lo Voi y col. (1992) indican valores de 357,0 a 643,0 mg de ácido málico/100 g de muestra fresca para otras variedades de kiwi (Abbot, Bruno, Elmwood, Gracie y Monty). Otros autores presentan valores similares a los del presente estudio. Así, Castaldo y col. (1992) indican valores de 92 a 201 mg/100 g de muestra fresca, Esti y col. (1998) entre 120 y 270 mg/100 g de muestra fresca y, según Campo y col. (2006), los ácidos cítrico y málico son los predominantes en los frutos, indicando un contenido de ácido málico entre 266 y 1122 mg/L de zumo de kiwi.

En cuanto al factor cultivo, los frutos procedentes de los cultivos ecológico e integrado se diferencian de los del cultivo convencional que son los que, en general, presenta los menores valores.

En cuanto a la evolución en el tiempo, el contenido de ácido málico sufre un descenso paulatino en los kiwis procedentes de los tres tipos de cultivo (Figura 36).

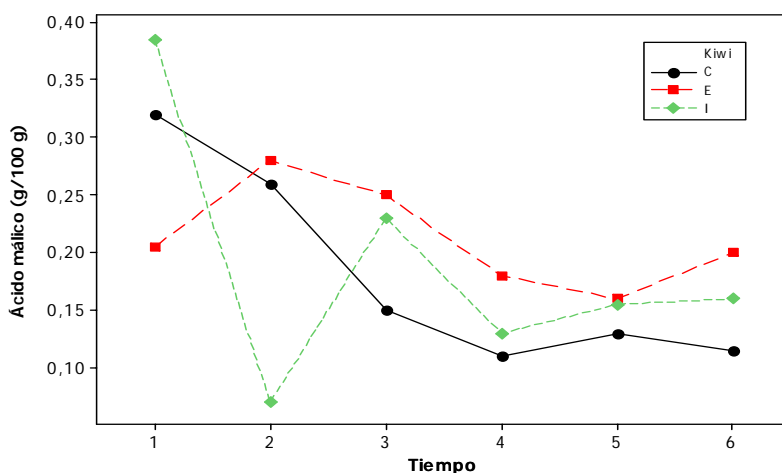


Figura 36 – Evolución del contenido de ácido málico en kiwi.

El ácido oxálico presenta valores (en mg/100 g de muestra fresca) de 10,74 a 30,87 en los kiwis analizados (Tabla 14). Estos valores son superiores a los indicados por Pérez y col. (1997) y Rasan y Laing (2005).

Se han encontrado diferencias significativas en cuanto al factor cultivo entre los tres tipos de kiwis analizados en cuanto al contenido en ácido oxálico, siendo, en general, las muestras procedentes del cultivo convencional las que presentan valores ligeramente mas bajos.

Existen diferencias significativas a lo largo del tiempo de almacenamiento, observándose, en general, una disminución en el contenido de ácido oxálico (Figura 37).

Según Rinallo y Mori (2000), el kiwi presenta grandes cantidades de oxalato durante el periodo de crecimiento pero el fruto cataboliza este compuesto durante la maduración, siendo ese proceso acelerado durante el almacenamiento poscosecha. Así, estos autores al evaluar el contenido del ácido oxálico durante 5 meses en kiwis almacenados en frío (3°C) encuentran que éste se reduce de 38,50 a 28,03 mg/100 g de muestra fresca.

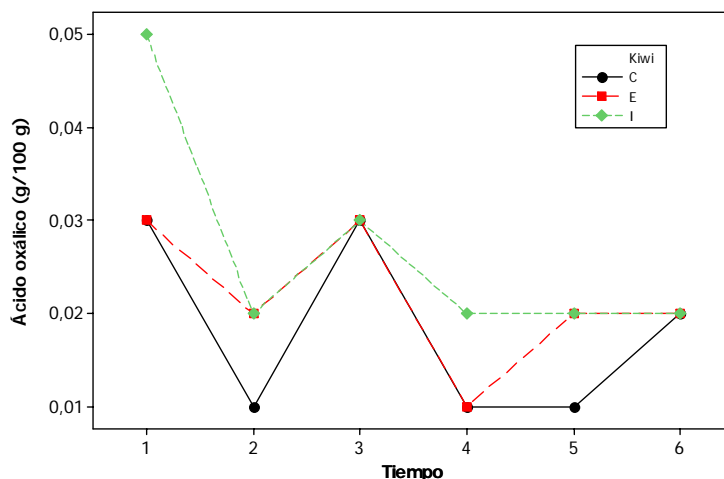


Figura 37 – Evolución del contenido de ácido oxálico en kiwi.

La vitamina C o ácido ascórbico se encuentra en los kiwis analizados en el rango comprendido entre 64,15 y 92,03 (mg/100 g de muestra fresca) (Tabla 14). Estas concentraciones coinciden con los valores encontrados por otros autores.

Según Cotter y col. (1991) la concentración inicial de ácido ascórbico en kiwis de la variedad Hayward es de 98,5 mg/100 g de muestra fresca, valor que disminuye cerca del 22,0% en frutos almacenados durante 8 semanas a temperatura de 0°C. Rinallo y Mori (2000) indican un contenido inicial de 93,56 mg/100 g de muestra fresca que se reduce cerca del 11,5% a lo largo de un periodo de almacenamiento de 5 meses a temperatura de 3°C y humedad relativa del 90%.

Van Gorsel y col. (1992) indican una concentración de ácido ascórbico de 110 ± 6 mg/100 mL de zumo, Serra y col. (1997) indican una concentración de 71,0 mg/100 g de muestra fresca y Nishiyama y col. (2000) de 65,5 mg/100 g de muestra fresca para la variedad Hayward. Para Gökmen y col. (2000) el contenido es de 40,7 mg/100 g de muestra fresca. Según Bunkova y col. (2005), el valor medio es de 71,20 mg/100 g de muestra fresca. Lo Voi y col. (1992) presentan un rango de 370,0 a 1965,0 mg/100 g de muestra fresca para otras variedades de kiwi (Abbot, Bruno, Elmwood, Gracie y Monty).

Según Kvesitadze y col. (2001) y Carvalho y Lima (2002), el contenido de vitamina C difiere significativamente en el kiwi pudiendo variar de 7,27 a 550 (mg/100 g de muestra fresca) en variedades como Cardinal, Bruno, Monti, Colomicta, Purpuria y Gaivard o de 30 a 110 (mg/100 g de muestra fresca), en la variedad Hayward dependiendo del cultivar, estadio de madurez, condiciones de cultivo, época del año, etc.

Leong y Shui (2002) indican una concentración de 52,8 mg/100 g de muestra fresca y que ese contenido contribuye con un 38,7% a la capacidad antioxidante total del fruto, lo que les lleva a incluir el kiwi en la categoría de frutos de mediana actividad antioxidante.

Según Guo y col. (2003), el ácido ascórbico contribuye en un 62% a la capacidad antioxidante del kiwi. Para Ferguson y col. (2004) el kiwi presenta alto contenido de vitaminas antioxidantes e indica que el consumo regular de kiwi ayuda en la síntesis del DNA.

En cuanto al factor cultivo, el contenido de vitamina C presente en los kiwis procedentes del cultivo convencional es significativamente superior al encontrado en los frutos procedentes del cultivo ecológico y el de éstos del de los procedentes del cultivo integrado.

La evolución en el contenido de ácido ascórbico en el tiempo revela un moderado incremento (Figura 38). Según González-Rodríguez (1991) no se producen pérdidas importantes en el contenido del ácido ascórbico durante 5 – 6 meses de almacenamiento en cámara fría. Sin embargo, como se ha comentado previamente, autores como Cotter y col. (1991) y Rinallo y Mori (2000) encuentran pérdidas de este compuesto a lo largo del tiempo de almacenamiento a temperaturas de refrigeración.

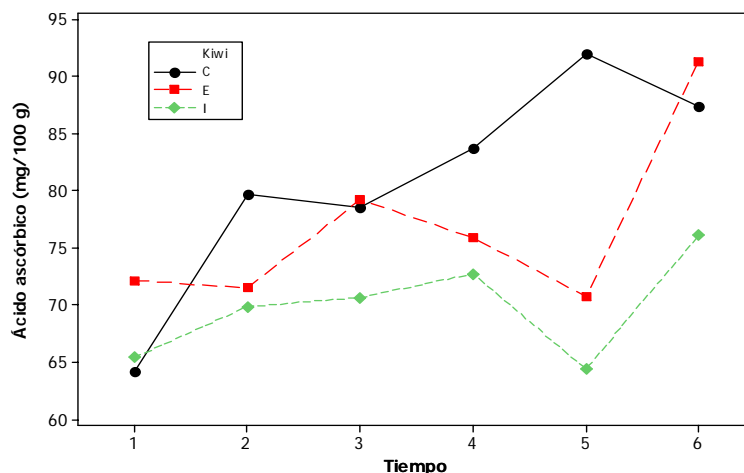


Figura 38 – Evolución del contenido de ácido ascórbico en kiwi.

El contenido en fenoles totales en los kiwis analizados se encuentra comprendido entre 3,93 y 4,98 mg de ácido tánico/100 g de muestra fresca.

Wang y col. (1996) en un estudio sobre la capacidad antioxidante de varios frutos, clasifica el kiwi en el segundo lugar después del ciruelo. Contrariamente Imeh y Khokhar (2002), en un estudio similar, indican que el kiwi presenta menor capacidad antioxidante que otros frutos.

Según Cassano y Drioli (2007) el kiwi se caracteriza por contener cantidades significativas de compuestos biológicamente activos, incluyendo el ácido ascórbico, y por su elevada capacidad antioxidante debido a presencia de fitonutrientes incluyendo los carotenoides, luteína, los compuestos fenólicos, los flavonoides y las clorofilas.

Según Yúfera (1998) y Haard y Chism (2000) los compuestos fenólicos disminuyen con el grado de madurez en las frutas, pero aumentan como respuesta al estrés producido por magulladuras y por infecciones fúngicas. La importancia y la magnitud de estas variaciones dependen del producto vegetal y de las condiciones de almacenamiento.

Se observa que los kiwis procedentes del cultivo ecológico presentan mayores valores que los kiwis procedentes de los cultivos convencional e integrado aunque no existan diferencias entre cultivos ni a lo largo del periodo de almacenamiento.

Según Asami y col. (2003), en un estudio en el que compara el contenido de fenoles totales en frutos y vegetales procedentes de distintos sistemas de cultivo, señalan que la fracción fenólica es mayor en los productos procedentes de los cultivos ecológico e integrado que en aquellos procedentes de la agricultura convencional.

Fisk y col. (2006) reportan que el estado de madurez y las condiciones de almacenamiento afectan significativamente al contenido de fenoles totales. Muestras de kiwi almacenadas en condiciones de refrigeración presentan generalmente cantidades más altas de compuestos fenólicos que las mismas muestras almacenadas a temperatura ambiente.

Además de los parámetros comentados, se ha analizado el contenido en cenizas y los elementos minerales (Na, K, Mg, Ca, Li, Fe, Mn, Cu y Zn) en los frutos procedentes de los tres sistemas de cultivo en el momento de la recogida. En la Tabla 15 se recogen los resultados obtenidos. Igualmente, se recoge el resultado del ANOVA de un factor (cultivo) aplicado.

Tabla 15 – Datos de cenizas y elementos minerales evaluados en kiwi (media+ desviación estándar) y resultados del ANOVA de un factor (cultivo).

Variable	Tipos de Cultivo			ANOVA
	Convencional	Ecológico	Integrado	un factor Cultivo
Cenizas¹	0,47±0,00	0,64±0,02	0,68±0,00	**
Na²	2,69±0,00	2,74±0,00	3,90±0,10	***
K²	287,73±3,10	179,46±2,39	246,31±0,70	***
Mg²	22,89±0,24	10,11±0,03	16,79±0,01	***
Ca²	28,30±0,40	14,81±0,03	36,68±0,25	***
Li²	0,008±0,00	0,008±0,00	0,01±0,00	***
Fe²	0,50±1,20	0,11±0,00	0,25±0,00	***
Mn²	0,21±0,00	0,02±0,00	0,08±0,00	***
Cu²	0,10±0,00	0,06±0,00	0,12±0,00	***
Zn²	0,23±0,00	0,07±0,00	0,10±0,00	***

¹ g/100 g de muestra fresca; ² mg/100 g de muestra fresca.

El rango para el contenido de cenizas de los kiwis está comprendido entre 0,47 y 0,68% (Tabla 14). González-Rodríguez y col. (1993) indican valores comprendidos entre 0,60 y 0,68% para kiwi gallego y Castaldo y col. (1992) indican un rango similar al encontrado en este trabajo (0,44 y 0,71%). Lo voi y col. (1992) indican un rango de 0,57 a 0,84% para otras variedades de kiwi (Abbot, Bruno, Elmwood, Gracie y Monty).

En el presente estudio, se observan diferencias significativas en el contenido de cenizas en relación al factor cultivo situándose éstas entre los cultivos ecológico e integrado respecto al convencional, que presenta los menores valores (Tabla 15).

En cuanto a los elementos minerales (Na, K, Mg, Ca, Li, Fe, Mn, Cu y Zn) tras aplicar el análisis de la varianza de un factor (cultivo) se verificaron diferencias significativas entre los tres tipos de cultivos para todos los elementos estudiados (Tabla 15).

El sodio se encuentra en el rango comprendido entre 2,69 y 3,90 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 15). Estos valores se encuentran dentro del rango citado por otros autores como González-Rodríguez y col. (1992) que indican valores comprendidos entre 1,60 y 8,04 mg/100 g de muestra fresca; Castaldo y col. (1992) de 1,5 a 3,47 mg/100 g de muestra fresca y Lo Voi y col. (1992) de 1,7 a 11,7 mg/100 g de muestra fresca para otras variedades de kiwi (Abbot, Bruno, Elmwood, Gracie y Monty).

El contenido en Na presenta diferencias significativas entre los tres tipos de cultivos diferenciándose los kiwis provenientes del cultivo integrado (con un mayor contenido) de los del cultivo ecológico y éstos a su vez del los del cultivo convencional.

El potasio presenta un rango comprendido entre 179,46 y 287,73 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 15). Estos valores se encuentran por debajo de los obtenido por otros autores como Castaldo y col. (1992), que indican un rango de 239,0 a 340,30 mg/100 g de muestra fresca. Para González-Rodríguez y col. (1992) el rango es de 342,4 a 436,3 mg/100 g de muestra fresca; para Lo Voi y col. (1992) el rango es de 353,5 a 499,3 mg/100 g de muestra fresca para otras variedades de kiwi (Abbot, Bruno, Elmwood, Gracie y Monty) y para Serra y col. (1997) el rango es de 298,7 a 353,7 mg/100 g de muestra fresca.

Los kiwis procedentes del cultivo convencional se diferencian de los del cultivo integrado y ecológico.

Para el magnesio los valores de los kiwis analizados oscilan entre 10,11 y 22,89 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 15). Estos valores se encuentran dentro del rango citado por otros autores como Castaldo y col. (1992), Lo voi y col. (1992), González-Rodríguez y col. (1992) y Serra y col. (1997).

Los kiwis del cultivo convencional se diferencian de los del cultivo integrado y éstos de los del cultivo ecológico.

El contenido de calcio se sitúa entre 14,81 y 36,68 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 15). Los valores son inferiores a los citados por Serra y col. (1997), de 32,97 a 35,31 mg/100 g de muestra fresca, pero se aproximan a los citados por Castaldo y col (1992), de 13,7 a 36,1 mg/100g de muestra fresca, y Lo Voi y col. (1992), de 7,6 a 29,3 mg/100 g de muestra fresca.

En función del tipo de cultivo, las diferencias se encuentran entre los tres tipos de kiwis presentando los mayores valores los kiwis del cultivo integrado seguido de los del cultivo convencional y ecológico.

El hierro presenta unos valores que oscilan entre 0,11 y 0,50 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 15). Estos valores se encuentran por debajo del rango indicado por Serra y col. (1997), de 5,67 a 6,01 mg/100 g de muestra fresca, para esta misma variedad.

Los kiwis del cultivo convencional se diferencian de los del cultivo integrado y estos de los del cultivo ecológico.

Para el litio, el rango se sitúa entre 0,008 y 0,01 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 15). Los kiwis del cultivo integrado se diferencian de los de los cultivos ecológico y convencional.

Los valores de manganeso oscilan entre 0,02 y 0,21 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 15). Situándose las diferencias entre los kiwis procedentes del cultivo convencional con valores superiores y los kiwis de los cultivos integrado y ecológico.

En cuanto al contenido del cobre, éste varia entre 0,06 y 0,12 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 15). Los kiwis del cultivo integrado se diferencian de los del cultivo convencional y éstos de los del cultivo ecológico.

El zinc presenta valores comprendidos entre 0,07 y 0,23 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 15). Los kiwis del cultivo convencional se diferencian de los del cultivo integrado y éstos de los del cultivo ecológico.

4.2. FRESA

4.2.1. Influencia de los diferentes sistemas de cultivo y del muestreo sobre las características físico-químicas de la fresa

Se han analizado fresas de la variedad Selva procedentes de dos sistemas de cultivo (convencional y ecológico) de la misma zona de producción (apartado 3.1.2), para evaluar la posible influencia del tipo de cultivo sobre sus características físico-químicas y nutricionales. Las fresas procedentes de ambos tipos de cultivos se han recogido en tres muestreos diferentes entre los meses de junio y julio de 2006.

Para cada muestra de fresa procedente de los dos tipos de cultivo se han realizado las determinaciones físico-químicas de calibre (peso, longitud y diámetro ecuatorial mayor y menor), sólidos solubles, fructosa, glucosa, sacarosa, acidez total, pH, índice de madurez (IM), a_w , humedad, cenizas, parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$) en la parte externa e interna del fruto, ácidos cítrico, málico, oxálico y ascórbico, compuestos fenólicos totales y elementos minerales Na, K, Mg, Ca, Li, Fe, Mn, Cu y Zn.

En la Tabla 16 se recogen las medias y desviación estándar de estas variables así como el análisis de varianza de dos factores (cultivo y muestreo) sin interacción que se ha aplicado a cada variable para los tres muestreos realizados.

En el ANEXO B se recogen los datos del ANOVA para cada una de las variables estudiadas.

Tabla 16 – Datos de las variables físico-químicas evaluadas en la fresa (media+desviación estándar) y resultados del ANOVA de dos factores (cultivo y muestreo).

Cultivo	Muestreo	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro >(cm)	Diámetro <(cm)	Sólidos solubles (°Brix)	Fructosa ¹	Glucosa ¹
C	1	20,53±1,28	2,84±0,41	2,82±0,21	2,30±0,40	7,52±0,76	1,48±0,01	1,51±0,01
	2	18,73±1,62	2,82±0,17	2,78±0,33	2,30±0,30	7,42±1,14	1,37±0,00	1,37±0,00
	3	20,58±1,20	3,32±0,33	2,96±0,11	2,56±0,15	6,54±0,73	1,48±0,00	1,51±0,01
E	1	20,61±1,47	3,10±0,61	2,68±0,34	2,48±0,32	6,24±0,53	1,24±0,01	1,22±0,00
	2	22,64±3,25	2,88±0,40	2,92±0,38	2,34±0,32	5,72±0,41	1,30±0,00	1,25±0,03
	3	21,16±1,80	3,10±0,10	2,68±0,14	2,36±0,16	6,90±0,36	1,70±0,00	1,65±0,02
ANOVA dos Factores	Cultivo	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
	Muestreo	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Cultivo	Muestreo	Sacarosa ¹	Acidez ²	pH	Índice de Madurez	a _w	Materia Seca (%)	Cenizas ¹
C	1	0,58±0,00	1,02±0,07	3,27±0,02	7,52±1,38	0,986±0,00	10,96±0,07	0,44±0,00
	2	0,41±0,00	1,02±0,01	3,31±0,00	6,72±0,77	0,986±0,00	10,04±0,21	0,43±0,01
	3	0,32±0,02	1,06±0,01	3,25±0,06	5,73±0,43	0,992±0,00	9,59±0,04	0,51±0,01
E	1	0,44±0,00	0,76±0,01	3,43±0,01	7,91±0,29	0,986±0,00	10,12±0,07	0,33±0,00
	2	0,41±0,00	0,80±0,02	3,32±0,00	6,78±0,48	0,986±0,00	8,29±0,19	0,34±0,00
	3	0,36±0,00	0,67±0,02	3,45±0,02	10,44±0,01	0,990±0,00	9,78±0,09	0,36±0,00
ANOVA dos Factores	Cultivo	ns	***	***	*	ns	*	***
	Muestreo	**	ns	ns	ns	***	*	**

C=convencional; E=ecológico; ¹ g/100 g de muestra fresca; ² g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 16 – (continuación) Datos de las variables físico-químicas evaluadas en la fresa (media+ desviación estándar) y resultados del ANOVA de dos factores (cultivo y muestreo).

Cultivo	Muestreo	L* (externa)	a* (externa)	b* (externa)	a*/b* (externa)	C* (externa)	H* (externa)	ΔE* (externa)
C	1	33,18±2,05	29,10±1,83	26,10±3,70	1,13±0,16	39,41±2,99	41,39±3,70	-
	2	26,88±1,76	23,04±2,27	11,04±0,83	2,09±0,25	25,59±2,07	25,85±2,89	17,42
	3	37,80±5,44	31,30±2,39	29,23±5,43	1,10±0,22	43,04±4,49	42,78±5,47	6,00
E	1	27,70±1,74	22,63±2,38	14,28±1,23	1,58±0,12	26,83±2,54	32,32±1,82	-
	2	23,91±2,58	17,07±2,99	8,31±1,93	2,07±0,12	19,00±3,54	25,84±1,32	8,99
	3	30,29±2,84	26,30±3,60	18,13±3,37	1,46±0,18	32,03±4,63	34,24±2,88	5,91
ANOVA dos Factores	Cultivo	***	***	***	**	***	***	-
	Muestreo	***	***	***	***	***	***	-

Cultivo	Muestreo	L* (interna)	a* (interna)	b* (interna)	a*/b* (interna)	C* (interna)	H* (interna)	ΔE* (interna)
C	1	50,52±1,32	32,02±2,33	29,95±2,17	1,06±0,01	43,88±3,17	43,15±0,46	-
	2	36,99±4,95	31,57±3,03	16,85±1,16	1,87±0,07	35,80±3,18	28,19±1,12	18,84
	3	45,92±4,75	38,27±2,15	35,76±4,03	1,07±0,06	52,43±4,26	42,83±1,79	9,70
E	1	51,49±6,87	29,00±5,67	25,56±4,81	1,13±0,02	38,71±6,68	41,30±0,80	-
	2	40,77±5,17	32,10±5,34	17,99±1,30	1,77±0,18	36,85±5,26	29,71±2,83	13,49
	3	44,85±2,32	33,07±3,52	30,73±4,61	1,08±0,06	45,17±5,70	42,68±1,45	9,35
ANOVA dos Factores	Cultivo	ns	ns	*	ns	ns	ns	-
	Muestreo	***	ns	***	***	*	***	-

C=convencional; E=ecológico; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 16 – (continuación) Datos de las variables físico-químicas evaluadas en la fresa (media+desviación estándar) v resultados del ANOVA de dos factores (cultivo v muestreo).

Cultivo	Muestreo	Acido Cítrico ¹	Acido Málico ¹	Acido Oxálico ¹	Acido Ascórbico ¹	Fenoles Totales ²	Na ¹	K ¹
C	1	813,15±12,09	153,95±0,63	98,95±0,21	66,83±0,24	3,01±0,02	1,87±0,02	159,88±4,05
	2	602,40±0,84	198,55±2,19	138,70±0,14	69,49±0,26	3,05±0,00	2,45±0,02	159,88±3,10
	3	780,35±1,34	238,55±0,07	125,65±0,35	77,39±0,09	2,58±0,01	1,43±0,03	155,90±1,62
E	1	718,00±0,42	128,90±1,13	155,35±1,06	77,79±0,11	2,72±0,26	1,57±0,03	133,88±1,51
	2	579,85±1,48	144,45±0,63	62,50±0,28	78,58±0,19	2,42±0,28	1,12±0,01	121,81±0,00
	3	565,20±1,83	120,90±0,28	167,70±1,69	102,72±0,31	2,64±0,17	1,29±0,01	103,49±0,49
ANOVA dos Factores	Cultivo	**	***	ns	***	ns	*	***
	Muestreo	**	ns	ns	***	ns	ns	*

Cultivo	Muestreo	Mg ¹	Ca ¹	Li ¹	Fe ¹	Mn ¹	Cu ¹	Zn ¹
C	1	12,64±0,19	19,15±0,27	0,01±0,00	0,32±0,00	0,22±0,00	0,03±0,00	0,08±0,00
	2	13,08±0,25	21,03±0,44	0,02±0,00	0,36±0,00	0,22±0,00	0,04±0,00	0,08±0,00
	3	11,47±0,13	17,58±0,18	0,02±0,00	0,28±0,00	0,19±0,00	0,02±0,00	0,07±0,00
E	1	13,49±0,16	15,33±0,22	0,12±0,00	0,24±0,00	0,22±0,00	0,04±0,00	0,09±0,00
	2	10,81±0,00	15,35±0,00	0,08±0,00	0,21±0,00	0,20±0,00	0,03±0,00	0,07±0,00
	3	12,58±0,05	15,80±0,04	0,01±0,00	0,31±0,00	0,24±0,00	0,03±0,00	0,09±0,00
ANOVA dos Factores	Cultivo	ns	***	**	*	ns	ns	ns
	Muestreo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

C=convencional; E=ecológico; ¹ mg/100 g de muestra fresca; ² mg de ácido tánico/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

En la Tabla 16 se observa que, de las 42 variables analizadas, en función del tipo de cultivo no existen diferencias significativas en 19 de ellas: calibre (peso, longitud y diámetro ecuatorial mayor y menor), fructosa, glucosa, sacarosa, a_w , parámetros de color L^* , a^* , a^*/b^* , C^* , H^* (medidos en la parte interna del fruto), ácido oxálico, fenoles totales, Mg, Mn, Cu y Zn.

El factor muestreo fue significativo en 20 variables: azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa), a_w , humedad, cenizas, parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$), a excepción del a^* medido en la parte interna del fruto, ácidos cítrico y ascórbico y K (Tabla 16).

En cuanto al calibre, las fresas presentaron un peso comprendido entre 18,73 g y 22,64 g, una longitud entre 2,82 y 3,32 cm, un diámetro mayor entre 2,68 y 2,96 cm y un diámetro menor entre 2,30 y 2,56 cm (Tabla 16). Estos valores se encuentran dentro de los valores máximos indicados por Cordenunsi y col. (2002).

Aún cuando no existen diferencias significativas, los frutos del cultivo ecológico presentan valores superiores de peso, longitud y diámetro menor, al de los frutos del cultivo convencional.

El contenido de sólidos solubles se encuentra entre 6,24 y 6,90 °Brix en las fresas del cultivo ecológico y entre 6,54 y 7,42 °Brix en las del cultivo convencional (Tabla 16). Estos rangos se incluyen dentro de los obtenidos por diferentes autores, entre 7 y 12 °Brix (Galletta y col., 1995), entre 5,4 y 9,0 °Brix (Cordenunsi y col., 2002), entre 6,0 y 9,8 °Brix (Wang y col., 2002), entre 7,1 y 9,9 °Brix (Olsson y col., 2004) y entre 7,2 y 8,2 °Brix (Ribeiro y col., 2007). Sin embargo, los valores encontrados están por debajo de los indicados por Määttä-Riihinen y col. (2004) (9,4 – 9,6 °Brix), Skupiń y Oszmiański (2004) (11,9 – 18,0 °Brix) y Sesmero y col. (2007) (8,5 °Brix). Por su parte, Nunes y col. (2006), al analizar dos cultivares de fresa en cuatro estadios de madurez distintos, almacenados a 1 °C, encuentran que la concentración de sólidos solubles puede incrementarse hasta el 9%.

Existen diferencias significativas, entre las muestras procedentes de los dos tipos de cultivo, presentando, en general, los kiwis procedentes del cultivo ecológico valores ligeramente inferiores.

Dentro de los azúcares se ha evaluado el contenido (en g/100 g de muestra fresca), de fructosa (1,24 – 1,70), glucosa (1,22 – 1,65) y sacarosa (0,32 – 0,58) (Tabla 16). Como se puede observar, los azúcares mayoritarios son la glucosa y la fructosa.

Pérez y col. (1997) indican concentraciones, en g/100 g de materia fresca, de fructosa, glucosa y sacarosa de 1,88, 1,68 y 0,50, respectivamente. Cordenunsi y col. (2002), en un estudio realizado con 6 cultivares de fresa, indican que el azúcar predominante, en g/100 mg de muestra fresca, es la fructosa con 1,23 – 1,93, seguida de la glucosa con 0,71 – 1,71 y la sacarosa con 0,66 – 1,80. Sturm y col. (2003) indican un rango comprendido entre 2,40 y 3,30 g/100 g de muestra fresca de fructosa, entre 1,63 y 2,80 g/100 g de muestra fresca de glucosa y entre 0,11 y 1,85 g/100 g de muestra fresca de sacarosa, tras analizar 13 variedades de fresas.

Kallio y col (2000) presentan valores claramente superiores para todos los azúcares (g/100 mL) 1,89 – 4,52 de glucosa, 2,14 – 4,14 de y 0,90 – 3,87 de sacarosa. Famiani y col. (2005) indican igualmente que la glucosa y la fructosa son los azúcares más abundantes seguidos de la sacarosa. Kafkas y col (2007) indican en el fruto maduro de fresa un rango (en g/100 g de muestra fresca) comprendido entre 2,18 y 4,24 para la fructosa, entre 1,33 y 2,66 para la glucosa y entre 0,07 y 2,27 para la sacarosa.

La distribución de los azúcares fue similar en los dos cultivos, así el 41 – 45% de los azúcares totales corresponde a fructosa, el 42 – 44% a glucosa y el 10 – 15% a sacarosa. Olsson y col. (2004), en un estudio llevado a cabo con cuatro cultivares de fresa, presentan, proporciones similares de los tres azúcares. Según Wang y col. (2002) las proporciones de fructosa, glucosa y sacarosa son importantes en la percepción de la calidad del fruto.

En cuanto al factor cultivo no se encuentran diferencias significativas entre las muestras procedentes de los dos tipos de cultivo (Tabla 16) al igual que indican Kallio y col (2000). Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los obtenidos a nivel sensorial ya que los catadores al evaluar estas muestras no encuentran diferencias en el dulzor entre las fresas procedentes de los dos tipos de cultivos analizados.

En cuanto al factor muestreo, existen diferencias en las muestras procedentes del cultivo ecológico en los azúcares fructosa y glucosa. En las fresas del cultivo convencional estos azúcares permanecen prácticamente estables en los tres muestreos al contrario de lo que ocurre con las fresas del cultivo ecológico que presentan un incremento de cerca de 25% (Tabla 16). La sacarosa desciende de forma significativa en los tres muestreos de ambos cultivos.

En cuanto a la acidez los frutos del cultivo ecológico (0,76 – 0,80 g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca) se diferencian estadísticamente de los del cultivo convencional (1,02 – 1,06 g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca) (Tabla 16).

Los valores encontrados en ambas muestras se incluyen dentro del rango que presentan Skupiń y Oszmiański (2004), de 0,74 a 1,26 g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca, Wang y col. (2002), de 0,42 a 1,07% de ácido cítrico/100 g de muestra fresca, Cordenunsi y col. (2002), de 0,57 a 2,26 g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca, y Almenar y col. (2006) que señalan un valor de acidez de 0,99 g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca.

El pH de los frutos procedentes del cultivo ecológico (3,32 – 3,45) se diferencia estadísticamente del registrado en los procedentes del cultivo convencional (3,25 – 3,31) (Tabla 16). Estos valores son muy próximos a los indicados por Kafkas y col. (2007) en un estudio con varios híbridos de las variedades Osmanli y Camarosa. Holcroft y Kader (1999) indican valores de pH de 3,46 tras la cosecha y de 3,61 tras el almacenamiento a 5°C durante 10 días en atmósfera controlada. Según Olsson y col. (2004), el pH de las fresas oscila entre 3,40 y 3,75. Almenar y col. (2006) indican un valor de pH de 3,80 que puede incrementarse hasta 4,0 y Álvarez y col. (2006) indican un valor de pH de 2,56.

En cuanto al índice de madurez, las fresas del cultivo ecológico (6,78 – 10,44) se diferencian significativamente de las del cultivo convencional (5,73 – 7,52) (Tabla 16). A nivel sensorial dichas diferencias no son suficientes para que los catadores las detecten en el sabor ácido. Cordenunsi y col. (2002), en un estudio realizado con seis cultivares de fresa, indican que el rango comprendido entre 4,5 y 9,2, es un índice de calidad ya que determina el punto óptimo para la cosecha.

La a_w , en las fresas analizadas presenta valores comprendidos entre 0,986 y 0,992. No se observan diferencias significativas en función del tipo de cultivo (Tabla 16).

En cuanto al factor muestreo, la a_w presenta diferencias significativas observándose un ligero incremento en las fresas procedentes de ambos cultivos.

La humedad en los frutos del cultivo ecológico (89,88 – 91,71%) se diferencia estadísticamente de la de los del cultivo convencional (89,04 – 90,41%) (Tabla 16). Estos valores se encuentran dentro del rango que presenta Cordenunsi y col. (2002) (89,7-93,1%) y Olsson y col. (2006) (85 – 91%); son similares a los indicados por Määttä-Riihinen y col. (2004) (90%) y superiores a los indicados por Skupién y Oszmiański (2004) (83,32 – 88,15%).

El contenido en cenizas de los frutos del cultivo convencional (0,44 – 0,51%) se diferencia significativamente de los del cultivo ecológico (0,33 – 0,36%) (Tabla 16). Los valores de cenizas que se indican en http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl son del 0,40%.

En cuanto al factor muestreo, las cenizas presentan diferencias significativas entre los cultivos observándose un ligero incremento en el contenido de las mismas en fresas procedentes de ambos cultivos.

Los valores mínimos y máximos de los parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$) medidos en la parte externa en la fresas de cultivo convencional fueron L^* (26,88 – 37,80), a^* (23,04 – 31,30), b^* (11,04 – 29,23), a^*/b^* (1,10 – 2,09), C^* (25,59 – 43,04), H^* (25,85 – 42,78) y en la fresas del cultivo ecológico L^* (23,91 – 30,29), a^* (17,07 – 26,30), b^* (8,31 – 18,13), a^*/b^* (1,46 – 2,07), C^* (19,00 – 32,03), H^* (25,84 – 34,24) (Tabla 16). Estos valores se aproximan a los que reportan Wang y Camp (2000), en la superficie de los frutos en crecimiento ($L^*=26,4-27,3$, $C^*=20,2-21,7$, $H^*=15,1-19,9$), Kammerer y col. (2007) en el fruto fresco ($L^*=40,10$, $a^*=33,90$, $b^*=23,40$, $C^*=41,0$, $H^*=35,0$) y Ribeiro y col. (2007) que indican valores de L^* entre 28,7 y 31,5 y de C^* entre 37,5 y 41,0 tras 4 días de almacenamiento en frío.

Los parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$) medidos en la parte interna presentan valores similares a los que indican Wang y Camp (2000) y Skupiń y Oszmiański (2004) medidos en el fruto fresco homogenizado.

Tanto en la parte externa como interna, los valores de a^* son positivos lo que indica una contribución al color rojo y, por tanto la relación a^*/b^* es positiva. El tono (H^*) de las muestras pertenecientes a ambos cultivos se en la zona de los rojos (Tabla 16).

En cuanto al factor cultivo, en todos los parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$) medidos en la parte externa del fruto, las fresas del cultivo convencional se diferencian significativamente de las del cultivo ecológico.

Se puede observar que las fresas procedentes del cultivo convencional presentan mayor luminosidad y mayor valor a^* que las del cultivo ecológico así como los más altos valores de cromaticidad y de tono. Sin embargo, las fresas ecológicas presentan menores valores de b^* y, por tanto, la relación a^*/b^* es mayor. Esto implica que las fresas procedentes del cultivo ecológico presentan un color más rojo que las del cultivo convencional. Estas diferencias fueron corroboradas con el análisis sensorial realizado con las mismas muestras de fresas en el cual los catadores evalúan con tonos más rojos el color externo de las fresas ecológicas.

Para las mismas variables evaluadas en la parte interna del fruto únicamente existen diferencias significativas en función del cultivo para b^* que presenta valores de 16,85 – 35,76 en los frutos procedentes del cultivo convencional y de 17,99 – 26,89 en los procedentes del cultivo ecológico (Tabla 16). Las diferencias encontradas en b^* no son suficientes para existan variaciones significativas en los otros parámetros de color como el tono, la relación a^*/b^* o la cromaticidad. De hecho, a nivel sensorial no existen tampoco diferencias significativas, ya que los catadores no diferencian el color interno de las muestras procedentes de ambos cultivos.

En cuanto al factor muestreo, a excepción del parámetro a^* medido en la parte interna del fruto, todos los demás parámetros de color, medidos tanto en la parte externa

como en la interna, presentan diferencias significativas entre los muestreos (Tabla 16). Estas diferencias pueden deberse a factores externos que tienen influencia sobre el desarrollo del fruto. Al igual que reportan Wang y Camp (2000), en un estudio realizado con dos variedades de fresa cultivadas en diferentes combinaciones de temperatura, encuentran que si se incrementan las horas de luz la tendencia es una disminución en el valor de L* y aumento en el de C* produciendo mayor intensidad del pigmento rojo.

La diferencia de color total (ΔE^*) revela en ambos cultivos mayores incrementos en los análisis del 2º muestreo siendo inferior en las fresas del cultivo ecológico (Tabla 16).

En cuanto a los ácidos orgánicos el mayoritario es el ácido cítrico. En las muestras de fresa analizadas, este ácido presenta una concentración de 602,40 – 813,15 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 16). Estos valores son similares a los indicados por Holcroft y Kader (1999) (363 – 748 mg/100 g de muestra fresca), Cordenunsi y col. (2002) (590 – 710 mg/100 g de muestra fresca), Wang y col. (2002) (400 – 760 mg/100 g de muestra fresca) y Sturm y col. (2003) (660 – 1030 mg/100 g de muestra fresca). Son ligeramente superiores a los indicados por Pérez y col. (1997) (552,4 mg/100 g de muestra fresca) y ligeramente inferiores a los indicados por Skupiń y Oszmiański (2004) (850 – 1500 mg/100 g de muestra fresca) y Kafkas y col (2007) (915 – 2027 mg/100 g de muestra fresca).

Existen diferencias en función del cultivo siendo las muestras procedentes del cultivo ecológico las que presentan menores concentraciones (Tabla 16).

En cuanto al factor muestreo, el ácido cítrico presenta diferencias significativas con oscilaciones en ambos cultivos (Tabla 16).

El ácido málico es el ácido orgánico que ocupa el segundo lugar presentándose en las muestras analizadas entre 153,95 y 238,55 mg/100 g de muestra fresca en los frutos del cultivo convencional y entre 120,90 y 144,45 mg/100 g de muestra fresca en las fresas procedentes del cultivo ecológico (Tabla 16). El contenido presente en los frutos del cultivo convencional es significativamente superior al de los del cultivo ecológico.

Los valores obtenidos en este estudio superan el rango indicado por Pérez y col. (1997), 104,5 mg/100 g de muestra fresca, y son inferiores a los indicados por Skupién y Oszmiański (2004), 490 – 1280 mg/100 g de muestra fresca. Sin embargo, se encuentran dentro de los intervalos indicados por Holcroft y Kader (1999), 185 – 316 mg/100 g de muestra fresca, Wang y col. (2002), 40 – 410 mg/100 g de muestra fresca, y Kafkas y col. (2007), 123 – 266 mg/100 g de muestra fresca.

Según Wang y col. (2002), el contenido de los ácidos orgánicos málico y cítrico oscila entre 490–950 mg/100 g de muestra fresca e influye conjuntamente con los azúcares en la percepción de la calidad sensorial de la fruta. En este estudio, el contenido de los ácidos málico y cítrico (mg/100 g de muestra fresca) varía entre 686,10 y 846,90 para los frutos del cultivo ecológico y entre 800,95 y 1018,90 para los del cultivo convencional (Tabla 16). El hecho de que los frutos procedentes del cultivo ecológico presente mayor concentración de estos ácidos es la razón por la que presentan menor acidez y mayor pH.

El ácido oxálico presenta valores comprendidos entre 98,95 y 155,35 mg/100 g de muestra fresca, no existiendo diferencias significativas en función del cultivo (Tabla 16).

El ácido ascórbico presenta concentraciones comprendidas entre 66,83 y 102,72 mg/100 g de muestra fresca (Tabla 16). Estos valores superan los obtenidos por Pérez y col. (1997), Holcroft y Kader (1999), Gökmen y col. (2000) y Leong y Shui (2002) que indican contenidos mínimos y máximos de 12,0 y 53,9 mg/100 g de muestra fresca.

Por otra parte, otros autores encuentran valores similares a los de este estudio; así, Cordenunsi y col. (2002) afirman que las fresas son consideradas buenas fuentes de vitamina C y, en un estudio con seis cultivares de fresa, indican un rango comprendido entre 40,1 y 85,3 mg/100 g de muestra fresca. Wang y col. (2002), en un estudio con varios cultivares de fresa, indican rangos entre 73 y 102 mg/100 g de muestra fresca. Según Skupién y Oszmiański (2004), la concentración estudiada en seis cultivares de fresa oscila entre 54 y 87 mg/100 g de muestra fresca y Kafkas y col. (2007) indican concentraciones comprendidas entre 37 y 104 mg/100 g de muestra fresca para el fruto maduro.

Según Nunes y col. (2006), el contenido de vitamina C depende del cultivar y de las condiciones poscosecha indicando que en función de estos factores se puede incrementar el contenido de este nutriente hasta en un 21% durante el almacenamiento del fruto a 1°C durante 8 días. Cordenunsi y col. (2002) encuentran un incremento de un 10% en dicho contenido en frutos almacenados a 16°C, que se atribuye a la síntesis del ácido ascórbico durante el almacenamiento. Olsson y col. (2004) indican un incremento en la concentración del ácido ascórbico cuando el fruto es almacenado a 4°C durante 3 días.

Al comparar el contenido de ácido ascórbico de las muestras procedentes del cultivo ecológico con las procedentes del convencional se comprueba que existen diferencias significativas, siendo en general, las fresas procedentes del cultivo ecológico las que presentan los valores superiores.

Estos resultados coinciden con los indicados por otros autores. Así, Asami y col. (2003), en un estudio sobre fresas cultivadas en sistema convencional y sostenible encuentran un 16% más de ácido ascórbico en las procedentes del cultivo sostenible. Olsson y col. (2006) encuentran concentraciones de hasta 8 veces superiores en el contenido total de ácido ascórbico en cultivares de fresas de cultivo ecológico respecto a las de cultivo convencional, por lo que señalan que presenta una capacidad antioxidante mayor.

Según Guo y col. (2003), el ácido ascórbico contribuye con el 47% de la capacidad antioxidante de la fresa. Para Vicente y col. (2006) la fresa está clasificada como fruto de alta capacidad antioxidante con un total de 472 mg/100 g de actividad antioxidante siendo el ácido ascórbico uno de los antioxidantes más abundantes.

Scalzo y col. (2005) demuestran que la fresa tiene mayor capacidad antioxidante (2 a 11 veces) que manzanas, melocotones, peras, uvas, tomates, naranjas o kiwi; y señalan que dicha actividad se ve afectada por el tipo de fruta (especie y variedad) y las condiciones de cultivo (ambiente, técnicas, etc.)

En cuanto al factor muestreo, el ácido ascórbico presenta diferencias significativas ya que se produce un incremento en los tres muestreos en las muestras procedentes de ambos cultivos (Tabla 16).

En cuanto a los compuestos fenólicos totales el rango se sitúa entre 2,42 y 3,05 g de ácido tánico/100 g de muestra fresca (Tabla 16).

No se han encontrado diferencias significativas en función del cultivo, a diferencia de otros autores como Asami y col. (2003) que encuentran valores superiores en las muestras procedentes del cultivo sostenible comparadas con el cultivo convencional.

En cuanto a los elementos minerales las concentraciones, en mg/100 g de muestra fresca, están comprendidas entre 1,12 y 1,87 para el Na, entre 103,49 y 159,88 para el K, entre 10,81 y 13,49 para el Mg, entre 15,33 y 21,03 para el Ca, entre 0,01 y 0,12 para el Li, entre 0,21 y 0,36 para el Fe, entre 0,19 y 0,24 para el Mn, entre 0,02 y 0,04 para el Cu y entre 0,07 y 0,09 para el Zn (Tabla 16). Estos valores son similares o muy próximos a los que se recogen en http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl.

Álvarez y col. (2006) indican valores, en mg/100 g de muestra fresca, de 2,0 para el Na, 152,0 para el K, 13,0 para el Mg, 21,0 para el Ca, 0,5 para el Fe y 0,2 para el Zn.

En cuanto al factor cultivo, existen diferencias significativas entre los cultivos siendo los frutos del cultivo convencional los que presentan las mayores concentraciones de Na, K, Ca y Fe y los frutos del cultivo ecológico los que presentan las mayores concentraciones de Li.

El factor muestreo únicamente presenta diferencias significativas para el K observándose una disminución en los tres muestreos en ambos cultivos siendo mayores las pérdidas en las fresas del cultivo ecológico (Tabla 16).

4.3. KIWI EN ALMÍBAR

4.3.1 Optimización del proceso de elaboración de kiwi en almíbar

Para la elaboración de kiwi en almíbar se realizaron varios experimentos preliminares con el fin de establecer las operaciones y variables que influyen en dicho proceso. A continuación se pasan a describir:

4.3.1.1 Determinación de la proporción de sólidos en el envase

Según Rees (1994), en los procesos de conservación de alimentos mediante la aplicación de calor el envase constituye una parte integral del proceso y deberá soportar las condiciones impuestas por los ciclos de calentamiento y enfriamiento. El diseño del recipiente puede influir de forma significativa sobre la velocidad de penetración de calor en el seno del producto.

La cantidad nominal o del recipiente fue determinada conforme el apartado 3.2.15 con el fin de establecer la proporción de sólido que se ha de introducir en el envase.

Se han realizado medidas para 10 tipos de envases optándose por el que presentó un volumen de agua destilada a 20°C de 212 g lo que se corresponde con un peso escurrido mínimo de fruta de 106 g y un llenado mínimo (fruta+almíbar) de 190,8 g por envase. En base al valor encontrado se especifica:

- ▶ llenado mínimo: 90% de la cantidad nominal (fruta + almíbar).
- ▶ peso escurrido mínimo: mayor o igual al 50% de su cantidad nominal.

Estas medidas permiten calcular la cantidad de materia prima y demás insumos necesarios por cantidad de producto final establecida.

4.3.1.2 Pruebas de pelado

Pelado químico

Se ha ensayado el pelado del kiwi empleando una disolución de hidróxido de sodio (NaOH) en agua para provocar la descomposición de la pared celular de las células

externas de la cutícula. Este sistema de pelado elimina la piel por pérdida de integridad de los tejidos y va seguida de una eliminación con ducha de agua a alta presión (Fellows, 1988; Zuccherelli, y Zuccherelli, 1990; Burrows, 1997; Potter y Hotchkiss, 1999; Guldás, 2003; Sánchez, 2004).

En base a la bibliografía consultada (Zuccherelli, y Zuccherelli, 1990; Guldás, 2003), se ensayaron las temperaturas, los tiempos y las concentraciones de NaOH recogidos en la Tabla 17. Guldás (2003) recomienda realizar un pelado químico con NaOH al 15%, durante 4 minutos a 95°C ya que así se obtiene una menor pérdida de color verde y de vitamina C que utilizando el pelado manual. En este estudio, en ninguna de las condiciones ensayadas, se han obtenido los resultados presentados por Guldás (2003).

Tabla 17 – Condiciones utilizadas en el pelado químico del kiwi.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Concentración NaOH (%)
3	80	12
3	90	12
4	90	15
4	95	15
5	100	23

Pelado por choque térmico

El pelado por choque térmico consiste en el tratamiento del fruto con agua intercalando agua a temperatura de ebullición con agua a temperatura de refrigeración. Para ello, en primer lugar, el fruto era sumergido en agua a temperatura de 90°C durante un tiempo establecido (60, 90, 120 y 180 segundos) y, a continuación, en agua a temperatura de aproximadamente 4°C.

El tiempo de 60 segundos no permitió la separación de la piel del fruto. A los 90 segundos aún mantenía la piel, a los 120 segundos el fruto presentaba la piel arrugada y la superficie de la pulpa del fruto con aspecto cocido y a los 180 segundos se pelaba con la pulpa adherida a la piel.

Se consideró que los tratamientos no presentaron resultados óptimos en ningún de los tiempos ensayados por la necesidad de completar la operación de forma manual por lo que dicho tipo de pelado no fue utilizado en la elaboración de la conserva.

En función de estos resultados se ha optado por el pelado manual.

4.3.1.3 Cálculo del tiempo de tratamiento térmico

Para calcular el tiempo de tratamiento térmico se ha tenido en cuenta que la conserva elaborada presenta un pH inferior a 3,7 (determinado en los experimentos preliminares). Esta es una característica de alimentos muy ácidos para los cuales el tratamiento está orientado hacia el control de bacterias no esporuladas, levaduras y mohos, agentes que pueden ser controlados generalmente mediante tratamientos térmicos inferiores a 100°C. Por esta razón se establece, para elaborar las conservas de kiwi en almíbar, como tratamiento térmico la pasteurización (Brown, 1994; Casp y Abril, 1999; Sielaff y Schleusener, 2000; Tucker, 2004; Ibarz y Barbosa-Cánovas, 2005).

Así pues, establecida la pasteurización como tratamiento térmico, las muestras de kiwi en almíbar son sometidas a este tratamiento, introduciéndolas en un equipo de pasteurización, a 90°C equipado con una sonda térmica para el registro de la temperatura. En el producto se introduce otra sonda⁴⁹ para conocer el tiempo necesario para que el producto alcance la temperatura de pasteurización.

A continuación, se procedió al cálculo para cuantificar la letalidad del tratamiento, utilizando el valor de pasteurización P que viene dado por la expresión:

$$P_{93,3}^{10} = \int_0^t 10^{\frac{T-93,3}{10}} dt$$

Donde:

P = Valor de pasteurización.

⁴⁹ Sonda instalada en el punto de menor calentamiento que, para los alimentos que se calientan por corrientes convectivas (sólidos en un líquido de gobierno), se sitúa en el eje vertical más cercano al fondo del envase (Ibarz y Barbosa-Cánovas, 2005).

$93,3 =$ Temperatura de referencia en °C para el *Byssoschlamys fulva*⁵⁰.

$10 =$ Constante de muerte térmica (z) en °C, del microorganismo de referencia (levaduras y mohos).

Considerando como temperatura de pasteurización la de 90°C y como tiempo de reducción decimal máximo el registrado para el *Byssoschlamys fulva*, de 3,5 minutos (Ranganna, 1997), se calcula la eficacia letal que en ese caso es de 7,48 minutos. En este estudio fueron necesarios 30 minutos para alcanzar la temperatura de 90°C en el punto más frío del producto. Una vez alcanzada la temperatura requerida, por seguridad se decide mantener el tratamiento térmico a 90°C durante 15 minutos.

Análisis microbiológicos

En este experimento se han tomado muestras de la materia prima semielaborada, es decir sin el tratamiento térmico y tras el tratamiento térmico, para el análisis microbiológico de la conserva con el objetivo de verificar la efectividad del tratamiento térmico.

El análisis de recuento de los microorganismos mesófilos registró $2,4 \times 10^{-2}$ ufc⁵¹/g y $6,5 \times 10^{-2}$ ufc/g para la conserva antes y después del tratamiento térmico, respectivamente. El análisis revela muy bajo número de esas poblaciones indicando que la manipulación durante el procesado, así como el tratamiento térmico fueron adecuados.

4.3.1.4 Determinación de la forma de presentación y la concentración del almíbar 1

Se ha utilizado kiwi de la variedad Hayward, que en el momento del procesado presentaba como valor medio 12,2 °Brix.

⁵⁰ Especie de moho de mayor importancia en la mayoría de las frutas ácidas conservadas en almíbar. Su temperatura óptima de crecimiento es de 30-37°C, resulta altamente resistente al calor y actúa descomponiendo el material pectínico (<http://www.infoagro.com/conservas/microorganismos3.asp>).

⁵¹ Unidades formadoras de colonias.

Como ingredientes se ha partido de azúcar de caña blanco utilizado para la preparación de dos almíbares que presenten una concentración final en el producto de aproximadamente 15 y 20 °Brix.

La concentración de sólidos solubles del almíbar depende del contenido de azúcares presente en la fruta y de la concentración de sólidos solubles fijada para el producto final (FAO, 1981; FAO, 1997; Gierschner, 2000).

En la Tabla 18 se presenta, a modo de ejemplo, el cálculo de la concentración de sólidos solubles (SS) que debe aportar el almíbar cuando la materia prima contiene 12,2 °Brix y la concentración establecidas para el producto final es de 20 °Brix.

Tabla 18 – Determinación de la concentración de azúcar del almíbar.

Ingrediente	%	°Brix	SSA ^a (g)
Kiwi	60	12,20	7,32
Almíbar	40	31,70	12,68
Total	100		20,00

^a sólidos solubles aportados

Así, a fin de que la conserva alcance en el equilibrio los 20 °Brix se calcula que 60 partes de fruta de 12,2 °Brix aportan 7,32 g de sólidos solubles (SS). La diferencia entre los 20 g de SS/100 g de producto que se necesitan y los 7,32 g que aporta la fruta son 12,68 g de SS que deben aportar las 40 partes de almíbar. Es decir, que este almíbar debe poseer 31,70 °Brix para que se logre el aporte mencionado.

La preparación del almíbar se hace a temperatura ambiente ya que si se realiza mediante el calentamiento del agua de disolución se dificulta el control de la concentración deseada. Según Vaclavik (2002), la solubilidad de la sacarosa en agua a temperatura ambiente ocurre en una relación 2:1. Si el agua está caliente, se disolverá más azúcar, y a medida que el azúcar y agua hierven, el jarabe de azúcar se concentra progresivamente.

En este ensayo se ha planteado un estudio con dos factores (forma de presentación y concentración de almíbar) con dos niveles cada uno (Tabla 19).

Tabla 19 – Factores y niveles analizados en el ensayo de la forma de presentación y la concentración del almíbar 1.

Factores		Niveles
1	Presentación	1 – Cortado en mitades ($\frac{1}{2}$)
		2 – Cortado en 4 partes ($\frac{1}{4}$)
2	Concentración almíbar (°Brix)	1 – < 17 °Brix (almíbar ligero)
		2 – < 20 °Brix (almíbar)

Para la elaboración del kiwi en almíbar el fruto fue lavado, pesado, pelado manualmente, cortado a la mitad y en 4 partes, y escaldado hasta que empezaba a hervir en el respectivo almíbar. Tras el escaldado el fruto fue escurrido y adicionado a los envases de vidrio los cuales se llenaban con el almíbar caliente correspondiente. A continuación, el producto envasado se pasteuriza y después se enfría. El rendimiento medio del fruto entero/pelado fue del 82,5%.

Variables determinadas: peso neto (g), peso escurrido (g), llenado mínimo (g), volumen de almíbar (mL), °Brix, a_w , pH (líquido de gobierno, en el fruto y en la mezcla), acidez, parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$), apariencia (color, turbidez, tamaño del trozo, forma del trozo), sabor (ácido, dulce), textura en boca.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Características técnicas de las conservas

Las variables peso neto, peso escurrido, llenado mínimo y volumen de almíbar presentaron valores que cumplen con los requisitos establecidos para este tipo de conserva.

Análisis físico-químicos

Las muestras en almíbar de menor concentración presentaron como valores medios un porcentaje de sólidos solubles de 14,2 °Brix, una acidez de 0,70 g de ácido cítrico/100 g de muestra y un pH en el fruto, en el almíbar y en la mezcla de 3,7, 3,4, 3,4, respectivamente.

Para las muestras elaboradas en almíbar de mayor concentración el °Brix medio fue de 16,9, la acidez de 0,69 g de ácido cítrico/100 g de muestra y el pH de 3,8, 3,41, 3,40 en el fruto, en almíbar y en la mezcla, respectivamente.

La a_w , para ambas muestras fue de 0,96, reflejando una cantidad de agua disponible para las actividades metabólicas (bioquímica, enzimática y microbiana) inferior a la que se necesitaría para el desarrollo de la mayor parte de los microorganismos (Casp y Abril, 1999; Alzamora y col., 2004).

Análisis sensorial

Para la evaluación de la preferencia en función de la apariencia, el sabor y la textura en boca se ha utilizado el test sensorial de ordenación basado en las diferencias críticas entre los totales de ordenación ($p < 0,05$) (Newell y MacFarlane, 1987). Las muestras fueron presentadas, a consumidores no entrenados, en dos grupos. Un grupo de muestras para la evaluación de la apariencia (color, turbidez, tamaño y forma de los trozos) y otro para la evaluación del sabor (ácido, dulce) y textura en boca (dureza). Las fichas de ordenación empleadas se presentan en el ANEXO C.

Conforme a los datos de diferencias críticas entre los totales de ordenación, para los atributos de color y turbidez, no se observan diferencias en la preferencia de los consumidores entre las muestras elaboradas con los dos tipos de almíbares. Para los atributos de tamaño y de forma de los trozos así como para los atributos del sabor ácido y dulce y la dureza en boca tampoco hubo diferencias en la preferencia. En cuanto a las sugerencias se indica que el producto es más atractivo con las semillas a vista.

Por tanto, en base a este ensayo se definió, inicialmente, como forma de presentación el fruto cortado a la mitad y se decide continuar los experimentos sobre la concentración del almíbar.

4.3.1.5. Determinación del tipo de azúcar utilizado en la elaboración del almíbar

Este experimento se plantea para comprobar la influencia del tipo de azúcar (blanco o moreno) sobre las características físico-químicas de la conserva y sobre los gustos del consumidor.

Para realizar este ensayo se parte de kiwi de la variedad Hayward, que en el momento del procesado presentaba como valor medio 12,8 °Brix.

Como ingredientes se ha utilizado azúcar de caña blanco y azúcar moreno para preparar el almíbar que presentará una concentración final en el producto de aproximadamente 17 y 24 °Brix.

Así pues, se ha establecido un ensayo de dos factores (azúcar y concentración de almíbar) a dos niveles (Tabla 20).

Tabla 20 – Factores y niveles analizados en el ensayo del tipo de azúcar utilizado en la elaboración del almíbar.

Factores		Niveles
1	Azúcar	1 – Blanco 2 – Moreno
2	Concentración de azúcar	1 – < 17 °Brix (almíbar ligero) 2 – > 24 °Brix (almíbar denso)

Para la elaboración del kiwi en almíbar el fruto fue lavado, pesado, pelado manualmente, cortado a la mitad y escaldado, con el respectivo almíbar hasta que empieza a hervir. Tras el escaldado el fruto fue escurrido e introducido en los envases de vidrio que, posteriormente, se llenaban con el almíbar caliente correspondiente. A continuación, se realiza el tratamiento térmico (pasteurización) y posterior enfriamiento.

La materia prima presentaba un contenido de sólidos solubles medio de 12,8 °Brix lo que requería una concentración de almíbar 23,3 y 40,8 °Brix para alcanzar las concentraciones establecidas en el producto final.

Variables determinadas: peso neto (g), peso escurrido (g), llenado mínimo (g), volumen de almíbar (mL), °Brix, pH, acidez, preferencia (aspecto, color, olor, sabor, textura, producto global), aceptación e intención de compra.

Los resultados obtenidos en este ensayo son los siguientes:

Características técnicas de las conservas

Las variables peso neto, peso escurrido, llenado mínimo y volumen de almíbar presentaron valores que cumplen con los requisitos establecidos para este tipo de conserva. El rendimiento medio del fruto entero/fruto pelado fue del 83%.

Análisis físico-químicos

Las muestras en almíbar ligero (azúcar blanco y moreno) presentaron valores medios de 14,4 a 15,3 °Brix, la acidez de 0,62 g de ácido cítrico/100 g de muestra y el pH 3,6. Para las muestras elaboradas en almíbar denso (azúcar blanco y moreno) el intervalo de °Brix fue de 22,25 a 24,15, la acidez de 0,52 g de ácido cítrico/100 g de muestra y el pH de 3,6.

Análisis sensorial

Para los análisis de preferencia se ha utilizado el test sensorial de ordenación basado en las diferencias críticas entre los totales de ordenación ($p < 0,05$) (Newell y MacFarlane, 1987). Las cuatro muestras fueron presentadas consumidores, para la evaluación de la preferencia considerando los atributos aspecto, color, olor, sabor, textura en boca y preferencia global. Las fichas de ordenación empleadas están recogidas en el ANEXO C.

Conforme a los datos de las diferencias críticas entre los totales de ordenación con relación a la preferencia global, la muestra elaborada con almíbar de azúcar blanco – almíbar denso se diferencia significativamente (más preferida) de las otras tres muestras presentadas. Para el atributo aspecto las muestras elaboradas con almíbar de azúcar blanco (ambos tipos de almíbares) presentaron diferencias significativas (más preferidas) en relación a las muestras elaboradas con almíbar de azúcar moreno que también se diferencian entre si (almíbar moreno ligero más preferida que almíbar moreno denso).

La muestra elaborada con almíbar de azúcar blanco – almíbar denso se diferencia significativamente de la muestra elaborada con almíbar de azúcar moreno – almíbar denso para los atributos del olor y la textura, así como para el sabor y el color. Además, se diferencia significativamente de la muestra elaborada con almíbar de azúcar moreno – almíbar ligero.

Por tanto, la muestra de kiwi en almíbar preferida por los consumidores es la elaborada con azúcar blanco denso (> 24 °Brix).

En relación a la pregunta de si compraría o no el producto, el 61,3% de los encuestados se manifiestan favorables a comprar el producto antes de probarlo y tras su consumo el 80,6% confirman dicha compra.

4.3.1.6 Determinación de la forma de presentación y la concentración del almíbar 2

Se plantea este ensayo final para, por una parte, confirmar la concentración del almíbar en la conserva y, por otra parte, ensayar la presentación en rodajas frente al kiwi cortado a la mitad.

Para ello se parte de kiwi de la variedad Hayward, que en el momento del procesado presentaba como valor medio 12,4 °Brix.

Como ingredientes se ha utilizado el azúcar de caña blanco para preparar el almíbar en base a lo indicado en el apartado anterior.

Así pues, se ha establecido un ensayo de dos factores (forma de presentación y concentración de sólidos solubles) con dos niveles cada uno (Tabla 21).

Tabla 21 – Factores y niveles analizados en el ensayo de la forma de presentación del fruto y concentración del almíbar 2.

Factores		Niveles
1	Presentación	1 – Cortado en mitades 2 – Cortado en rodajas
2	Concentración de almíbar	1 – >17 °Brix (Almíbar) 2 – >24 °Brix (Almíbar denso)

Para la elaboración del kiwi en almíbar el fruto fue lavado, pesado, pelado manualmente, cortado a la mitad y en rodajas y después escaldado, con el respectivo almíbar hasta que empieza a hervir. Tras el escaldado el fruto fue escurrido e introducido en los envases de vidrio que posteriormente se llenaba con el almíbar caliente correspondiente. A continuación, se realiza el tratamiento térmico (pasteurización) y posterior enfriamiento.

Variables determinadas: peso neto (g), peso escurrido (g), llenado mínimo (g), volumen de almíbar (mL), °Brix, pH, acidez, para el estudio de la preferencia (aspecto, color, olor, sabor, textura, producto global) y la intención de compra.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Características técnicas de las conservas

Las variables peso neto, peso escurrido, llenado mínimo, volumen de almíbar al igual que en los experimentos anteriores cumplen los requisitos previos establecidos.

Análisis físico-químicos

Las muestras en almíbar y en almíbar denso presentaban valores medios de 17,8 y 24 °Brix, la acidez de 0,64 y 0,70 g de ácido cítrico/100 g de muestra y el pH de 2,35 a 2,85.

Análisis sensorial

Para los análisis de preferencia se ha utilizado el test sensorial de ordenación con base en las diferencias críticas entre los totales de ordenación ($p < 0,05$) (Newell y MacFarlane, 1987) ya descrito en los experimentos anteriores. Las cuatro muestras fueron presentadas a consumidores para la evaluación de la preferencia considerando los atributos aspecto, color, olor, sabor, textura en boca y preferencia global. Las fichas de ordenación empleadas están representadas en el ANEXO C.

Los resultados revelan que no existen diferencias significativas en la preferencia entre las cuatro muestras evaluadas aunque la muestra con mayor contenido en sólidos solubles presentó nuevamente una mayor preferencia. También las muestras en rodajas fueron las preferidas (81,25%) por los consumidores.

En relación a la pregunta de si compraría o no el producto, el 56,25% de los encuestados se manifiestan favorables a comprar el producto antes de probarlo y tras su consumo el 62,5% confirman la compra.

En base a los resultados de estos experimentos se selecciona el producto en rodajas y se confirma que la concentración de almíbar más adecuada es la de 24 °Brix.

4.3.2. Elaboración del kiwi en almíbar

La conservación de kiwi en almíbar se basa en la acción conjunta de la elevada acidez del fruto, la reducción de la actividad de agua por la adición de sacarosa y la destrucción de

microorganismos mediante un tratamiento térmico (pasteurización) (Vaclavik, 2002; Alzamora y col., 2004).

Los kiwis convencionales y ecológicos descritos en el apartado 3.1.1 son seleccionados manualmente, eliminándose aquellos con defectos, tales como daños por frío, daños por insectos, con golpes y fisuras. A continuación, son lavados con agua potable, escurridos y pesados.

Se determina también el °Brix de los frutos para calcular la concentración del almíbar a preparar para que la conserva presente 24 °Brix (apartado 4.3.1.4).

Posteriormente, los kiwis son pelados de forma manual, con ayuda de cuchillos de acero inoxidable, eliminándose el extremo con el mucrón y nuevamente pesados. A continuación, son pelados, cortados en rodajas, de aproximadamente 1 cm, en sentido transversal, obteniéndose de 4 a 5 segmentos que se depositan en recipientes, de acero inoxidable, conteniendo almíbar caliente para ser sometidos a escaldado el tiempo necesario hasta empezar la ebullición, asegurándose que ese tratamiento ocurre de forma uniforme.

A continuación, se escurren los frutos y se colocan en envases de vidrio de 212 g, previamente esterilizados, adicionando inmediatamente el almíbar caliente limpio (70 a 80°C), respetando el espacio libre superior (6-7% de su volumen total).

Se procede al cierre hermético de los envases empleándose tapas metálicas con sello de goma, previamente esterilizadas, que se enroscan parcialmente en los envases y se mantienen invertidos durante unos segundos para eliminación del aire, tras esa operación se completa el cierre de los envases. Una vez realizado el cierre se procede al tratamiento térmico de las conservas en un equipo de pasteurización durante 15 minutos, en base a los cálculos de estabilidad térmica (apartado 4.3.1.3). Transcurrido este tiempo, las conservas se enfrían mediante la entrada de agua fría y salida de agua caliente en la misma proporción.

En un tiempo de 30 minutos la conserva alcanza la temperatura de 20°C. El producto elaborado se almacena a temperatura ambiente (17 a 20°C) durante 240 días. Estas operaciones, sus etapas e interrelaciones se pueden observar en las Figuras 39 y 40.



Frutas seleccionadas



Retirada del mucrón



Preparación del almíbar



Escaldado en almíbar



Sonda en el producto



Equipo de pasteurización



Interior del pasteurizador



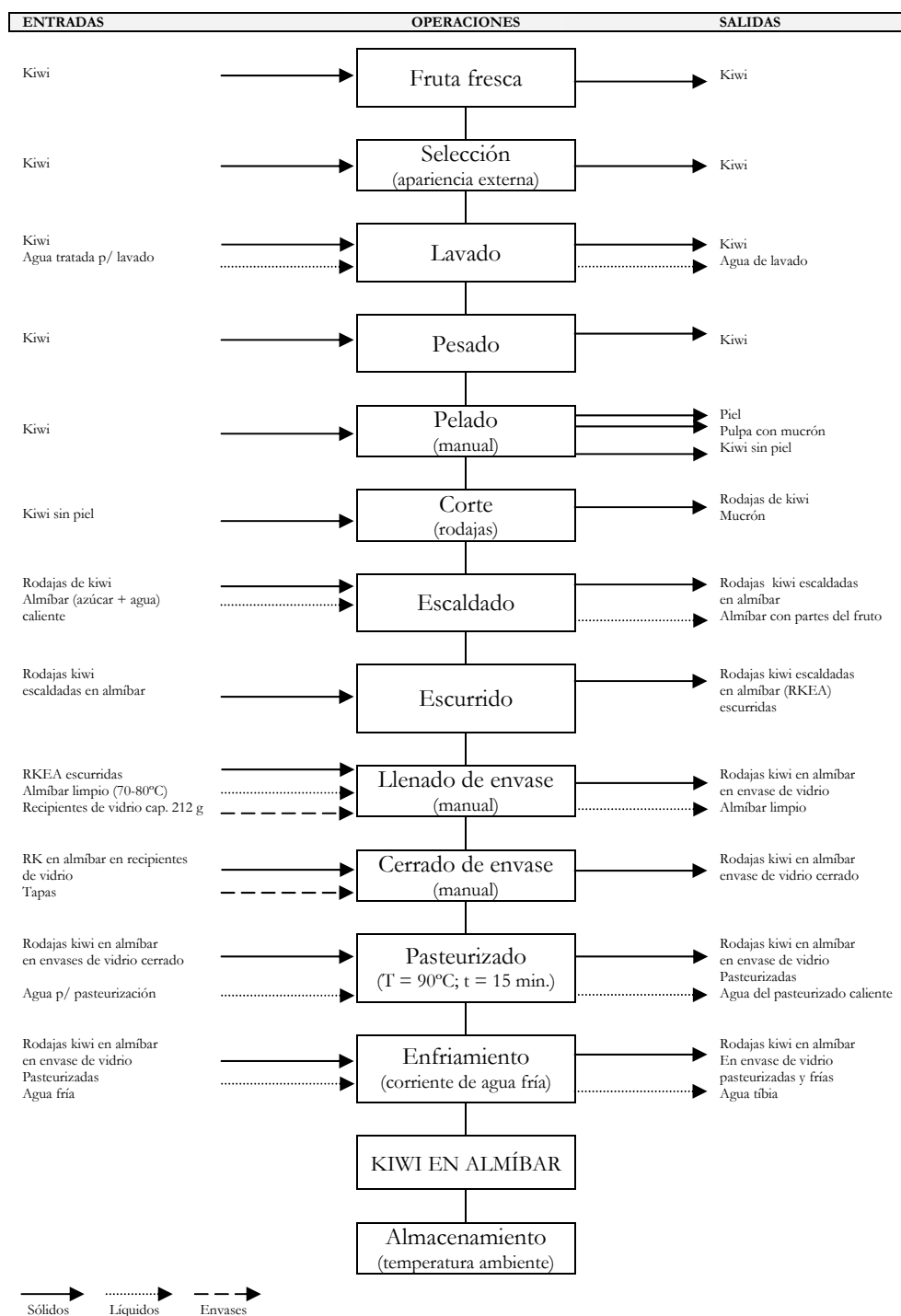
Producto acabado



Almacenado

Figura 39 – Operaciones en la elaboración del kiwi en almíbar.

Figura 40 – Diagrama de flujo para la obtención de kiwi en almíbar.



Siguiendo este esquema, se han aplicado 2 procesos de elaboración:

- Convencional: utilizando azúcar de caña blanco obtenido mediante procedimientos convencionales.
- Ecológico: utilizando azúcar moreno de caña integral procedente de la agricultura ecológica.

Como el azúcar ecológico proporciona un almíbar con color más oscuro que el elaborado con azúcar blanco, se decidió igualar el color de las conservas convencionales utilizando una mezcla de azúcar blanco y moreno a fin de no provocar diferenciación del producto por el aspecto. Para ello, al azúcar de caña blanco se le adiciona azúcar moreno de caña en una proporción de 4,5% sobre la cantidad de azúcar que está calculada para la preparación del almíbar de esta conserva. Esta cantidad fue definida tras la realización de diferentes pruebas de mezclado y disolución de los dos azúcares.

Estos procedimientos (convencional y ecológico) se han aplicado a kiwi procedente de dos tipos de cultivo (ecológico y convencional) de tal forma que la combinación de ambos factores (cultivo y procedimiento) ha permitido elaborar 3 productos:

CC materia prima convencional – procedimiento de elaboración convencional.

CE materia prima convencional – procedimiento de elaboración ecológico.

EE materia prima ecológica – procedimiento de elaboración ecológico.

Cálculo de balances de masa

En las Tablas 22 y 23 se describe el balance de masa en la elaboración de las conservas de kiwi en almíbar convencional, kiwi en almíbar convencional/ecológico y kiwi en almíbar ecológico. Se ha establecido obtener un total de 40 envases de 212 g para cada tipo de producto (UNAL, 2005).

Tabla 22 – Balance de masa en la elaboración de kiwi en almíbar convencional y kiwi en almíbar convencional/ecológico.

Ingredientes	%	°Brix	SSA^a (g)	Peso Total(g)	SST^b (g)
Rodajas de kiwi	60	13,0	7,8	5.088,0	661,44
Almíbar	40	40,5	16,2	3.392,0	1.373,76
Total	100		24,0	8.480,0	2.035,20

^a Sólidos solubles aportados; ^b Sólidos solubles totales.

Preparación del almíbar: 1.373,76 g de azúcar en 2.018,24 g de agua.

Tabla 23 – Balance de masa en la elaboración de kiwi en almíbar ecológico.

Ingredientes	%	°Brix	SSA^a (g)	Peso Total (g)	SST^b (g)
Rodajas de kiwi	60	15,0	9,0	5.088,0	763,2
Almíbar	40	37,5	15,0	3.392,0	1.272,0
Total	100		24	8.480,0	2.035,20

^a Sólidos solubles aportados; ^b Sólidos solubles totales.

Preparación del almíbar: 1.272,0 g de azúcar en 2.120,0 g de agua.

La cantidad de fruto entero con pieles y puntas fue calculada de acuerdo con los resultados de los experimentos preliminares en relación al rendimiento que es del orden del 83% tras el pelado, del 80% tras la operación de corte (tras descartar el mucrón) y del 77% tras el escaldado. Con estos datos se calcula la cantidad de frutos enteros necesaria para el proceso.

Pruebas de incubación

Una vez obtenidos los tres tipos de conservas en almíbar, se realizan las pruebas de incubación para verificar la esterilidad comercial del producto. Para ello, estas conservas fueron incubadas en estufa a 37°C durante 10 días, no detectándose alteraciones en el producto tras el periodo de incubación.

Análisis microbiológicos

Se han tomado muestras del producto semielaborado antes de la pasteurización y del producto acabado para realizar los análisis microbiológicos.

Los resultados indican que el producto final presenta valores inferiores a 10 ufc/g. No se han detectado coliformes totales, fecales ni mesófilos. Los bajos niveles de contaminación microbiana encontrados en los productos elaborados reflejan la óptima calidad sanitaria de la conserva.

4.3.3 Análisis del kiwi en almíbar

Los tres productos elaborados (CC, CE y EE) de kiwi en almíbar (apartado 4.3.2) fueron almacenados a temperatura ambiente durante 240 días, evaluándose las características técnicas y físico-químicas con una periodicidad de 60 días a partir de la elaboración.

Se determinaron las características técnicas de las conservas CC, CE y EE (peso neto, peso escurrido, % de fruta y densidad) para verificar si cumplían con los requisitos exigidos por la legislación (Orden del 21 de noviembre de 1984 anexo 1, apartado 1.7.4). En la Tabla 24 se recogen los datos obtenidos para estas variables y se observa que tras la elaboración, y a lo largo del tiempo de almacenamiento, estas características cumplen las exigencias para el tipo de conserva elaborada y se mantienen prácticamente inalteradas.

Tabla 24 – Características técnicas de las conservas de kiwi en almíbar tras la elaboración y a lo largo del tiempo de almacenamiento.

Producto	Tiempo Almacenamiento (meses)	Peso Neto (g)	Peso Escurrido (g)	(%) de fruta	Densidad (g/mL)
CC	0	209,52±4,16	127,20±2,24	60,73±2,19	1,77±0,14
	2	210,90±10,31	130,80±11,16	62,22±8,33	1,87±0,61
	4	219,78±3,09	142,04±4,80	64,65±3,09	2,04±0,27
	6	216,80±1,20	148,39±4,33	68,45±2,38	2,38±0,20
	8	217,19±1,03	135,84±0,94	62,54±0,72	1,88±0,01
CE	0	215,50±3,48	129,07±11,76	59,94±6,07	1,71±0,39
	2	214,73±6,64	145,26±9,08	67,61±2,14	2,20±0,09
	4	222,43±5,64	148,29±2,10	66,70±2,63	2,19±0,25
	6	211,62±4,95	134,20±3,95	63,41±0,38	1,90±0,03
	8	220,17±2,19	129,42±3,92	58,77±1,19	1,57±0,04
EE	0	209,22±5,49	135,88±4,96	65,00±3,79	2,09±0,35
	2	208,66±3,58	123,93±0,89	59,40±0,59	1,68±0,09
	4	205,67±3,30	127,08±7,67	61,76±2,73	1,76±0,17
	6	212,14±4,15	124,01±11,24	58,41±4,15	1,57±0,25
	8	208,23±5,06	128,58±7,10	61,73±1,90	1,76±0,13

Se realizaron las determinaciones analíticas de sólidos solubles, fructosa, glucosa, sacarosa, acidez, pH, a_w , materia seca, parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$), ácidos orgánicos, y compuestos fenólicos totales. En la Tabla 25 se recogen los valores medios de los parámetros referidos para las conservas de kiwi en almíbar (CC, CE y EE) tras la elaboración (muestreo 0) y a lo largo del período de almacenamiento así como los valores de la materia prima utilizada en la elaboración de estos productos (kiwi de origen convencional y ecológico).

Además se ha determinado el contenido de cenizas y de los elementos minerales Na, K, Mg, Ca, Li, Fe, Mn, Cu y Zn (Tabla 26).

Tabla 25 – Datos de las variables físico-químicas del kiwi de partida y del kiwi en almíbar (media+desviación estándar), resultados del ANOVA de dos factores (producto y tiempo de almacenamiento) y de los contrastes personalizados.

Producto	Almacenamiento (meses)	Tiempo	Sólidos solubles (° Brix)	Fructosa ¹	Glucosa ¹	Sacarosa ¹	Acidez ²	pH	α_w	Materia Seca (%)
Kiwi convencional	0		12,76±0,52	3,53±0,10	3,40±0,07	1,04±0,04	1,30±0,03	3,57±0,01	0,987±0,00	15,95±0,07
	2		25,25±0,35	4,80±0,05	4,47±0,04	10,34±0,07	0,73±0,02	3,49±0,04	0,967±0,00	29,79±0,04
	4		24,75±0,25	4,73±0,14	5,08±0,02	7,88±0,07	0,81±0,02	3,43±0,03	0,969±0,00	28,55±0,47
	6		24,60±0,60	5,02±0,02	5,30±0,07	5,59±0,04	0,83±0,01	3,32±0,02	0,968±0,09	28,38±0,17
	8		24,40±1,00	5,47±0,04	5,31±0,56	3,27±0,10	0,85±0,01	3,32±0,01	0,967±0,00	28,93±0,12
CC	0		24,30±0,10	5,05±0,00	5,65±0,10	2,35±0,07	0,79±0,02	3,32±0,00	0,966±0,00	29,00±0,07
	2		25,10±0,10	4,92±0,09	4,74±0,09	12,45±0,26	0,70±0,01	3,51±0,05	0,968±0,00	30,34±0,45
	4		26,30±0,00	4,97±0,07	4,99±0,04	9,10±0,14	0,83±0,02	3,35±0,04	0,970±0,00	29,28±0,24
	6		26,40±0,00	4,98±0,01	5,19±0,09	6,41±0,07	0,75±0,02	3,38±0,16	0,968±0,00	29,21±0,04
	8		27,25±0,15	5,32±0,00	5,32±0,07	5,07±0,07	0,68±0,03	3,33±0,03	0,966±0,00	30,25±0,19
CE	0		27,25±0,15	5,06±0,00	5,62±0,12	3,98±0,03	0,54±0,02	3,26±0,06	0,964±0,00	30,56±0,43
	2		14,74±0,48	3,85±0,13	3,65±0,09	0,88±0,00	1,37±0,02	3,47±0,01	0,983±0,00	18,55±0,07
	4		24,40±0,00	4,41±0,01	4,74±0,02	9,48±0,09	0,70±0,02	3,47±0,01	0,968±0,00	29,80±0,19
	6		25,90±0,40	5,21±0,01	5,52±0,07	9,90±0,05	0,82±0,01	3,41±0,06	0,968±0,00	30,52±0,18
	8		26,35±0,05	5,01±0,02	5,56±0,02	8,42±0,00	0,77±0,01	3,37±0,03	0,966±0,00	30,84±0,13
EE	0		27,15±0,35	5,67±0,07	5,67±0,07	5,05±0,03	0,69±0,01	3,35±0,02	0,966±0,00	31,35±0,44
	2		27,30±0,20	5,10±0,04	5,85±0,49	3,19±0,02	0,54±0,02	3,28±0,03	0,965±0,00	31,52±0,94
	4		*	***	***	***	*	ns	ns	*
	6		**	***	***	***	***	***	**	**
	8		**	***	***	***	ns	ns	ns	ns
ANOVA dos factores	Producto									
	Almacenamiento									
Materia Prima	CE-EE		ns	***	***	***	ns	*	ns	**
	Elaboración CE-CC		*	ns	ns	***	***	ns	ns	**

¹ g/100 g de muestra fresca; ² g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 25 – (continuación) Datos de las variables físico-químicas del kiwi de partida y del kiwi en almíbar (media+desviación estándar), resultados del ANOVA de dos factores (producto y tiempo de almacenamiento) y de los contrastes personalizados.

Producto	Tiempo		L*	a*	b*	a*/b*	C*	H*	ΔE^*
	Almacenamiento	(meses)							
Kiwi convencional		0	46,52±1,97	-5,11±0,32	25,44±1,87	-0,20±0,01	25,95±1,84	101,35±0,93	3,48
		2	43,32±1,91	-1,80±0,76	18,41±2,31	-0,09±0,04	18,51±2,32	95,60±2,32	-
		4	41,47±1,28	-2,14±0,42	19,60±2,05	-0,11±0,02	19,72±2,04	96,23±1,41	2,23
	CC	6	40,52±1,90	-2,39±0,32	20,81±1,63	-0,11±0,02	20,95±1,59	96,59±1,33	3,73
		8	41,37±1,96	-1,70±0,56	20,28±0,79	-0,08±0,02	20,35±0,79	94,76±1,59	2,70
Kiwi ecológico		0	39,78±1,63	-1,26±0,26	18,55±1,66	-0,06±0,01	18,60±1,67	93,85±0,75	3,58
		2	43,62±0,93	-3,18±0,14	21,70±0,54	-0,14±0,00	21,93±0,53	98,31±0,42	-
		4	41,11±0,86	-2,36±0,44	19,87±1,07	-0,11±0,02	20,02±1,03	96,78±1,56	3,21
	CE	6	39,99±0,83	-2,02±0,43	21,44±2,16	-0,09±0,03	21,54±2,12	95,46±1,70	3,82
		8	39,92±1,33	-1,52±0,28	19,61±1,14	-0,07±0,01	19,67±1,12	94,42±1,01	4,56
EE		0	38,18±0,94	-1,61±0,56	19,18±0,46	-0,08±0,03	19,26±0,42	94,79±1,79	6,20
		2	50,25±1,90	-4,18±0,52	23,84±1,22	-0,17±0,02	24,21±1,17	99,94±1,47	3,61
		4	41,07±1,03	-3,00±0,57	17,33±2,15	-0,17±0,03	17,59±2,16	99,85±1,77	-
		6	40,17±0,62	-2,37±0,39	18,38±2,25	-0,13±0,03	18,54±2,20	97,49±1,96	1,52
		8	40,21±0,71	-2,38±0,35	17,26±2,04	-0,14±0,30	17,44±1,98	97,98±2,10	1,06
ANOVA dos factores		0	39,26±2,96	-1,64±0,36	18,39±0,95	-0,08±0,02	18,46±0,92	95,08±1,28	2,50
		2	38,67±2,17	-1,63±0,29	16,37±2,78	-0,10±0,03	16,45±2,75	95,85±1,86	2,93
	Producto		**	*	***	*	***	*	-
	Almacenamiento		***	***	ns	***	*	***	-
	P x A		ns	**	ns	ns	ns	ns	-
Materia Prima CE-EE			ns	ns	***	*	***	*	-
	Elaboración CE-CC		ns	*	ns	ns	ns	ns	-

¹ g/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 25 – (continuación) Datos de las variables físico-químicas del kiwi de partida y del kiwi en almíbar (media+desviación estándar), resultados del ANOVA de dos factores (producto y tiempo de almacenamiento) y de los contrastes personalizados.

Tipo Kiwi en Almíbar	Tiempo Almacenamiento (meses)	Ácido Cítrico ¹	Ácido Quínico ¹	Ácido Máfico ¹	Ácido Oxálico ¹	Ácido Ascórbico ¹	Fenoles Totales ²
Kiwi convencional	0	957,36±12,02	794,63±3,47	226,08±2,81	10,93±4,16	66,66±0,01	4,65±0,29
	2	515,95±6,29	412,55±6,43	126,25±2,05	20,60±0,42	33,17±0,37	7,86±0,64
	4	583,65±0,77	466,90±3,95	129,40±4,66	18,15±0,07	34,72±0,02	7,77±0,53
	6	513,60±7,49	466,55±4,31	122,10±2,96	12,50±0,56	31,70±0,22	7,64±1,05
	8	570,65±2,89	467,60±0,14	114,10±1,83	12,70±0,14	30,93±0,03	7,46±0,82
CC	0	505,35±3,04	413,05±1,62	110,40±0,28	12,75±0,35	25,07±0,09	5,59±0,51
	2	566,65±4,03	420,45±1,62	135,75±0,35	21,00±0,70	31,66±0,03	8,32±0,69
	4	542,85±0,63	458,05±0,07	125,70±0,98	20,75±0,07	34,39±0,13	7,43±0,61
	6	487,85±6,01	413,35±1,67	118,15±0,91	13,15±0,49	30,89±0,23	7,99±0,13
	8	471,90±0,84	400,10±1,97	108,85±0,77	12,65±0,21	25,45±0,11	8,33±0,07
CE	0	425,10±1,27	334,50±1,97	102,95±2,19	12,50±0,56	22,49±0,02	8,30±1,06
	2	957,21±5,65	717,91±1,76	256,22±0,40	8,96±0,04	83,59±0,54	5,46±0,11
	4	659,35±4,31	417,35±0,21	165,15±2,47	19,30±0,00	45,41±0,01	8,08±0,38
	6	486,60±0,70	358,65±0,49	127,60±0,28	19,00±0,14	35,02±0,24	7,65±0,26
	8	467,15±2,75	369,60±1,27	120,00±8,90	11,25±0,21	27,63±0,02	7,99±0,22
EE	0	421,45±0,63	294,70±0,84	110,55±0,91	12,70±0,14	25,15±0,04	9,17±0,36
	2	487,10±0,98	340,10±1,27	104,95±1,06	13,20±0,42	25,62±0,50	8,75±0,33
	4	***	***	*	**	***	*
	6	***	***	***	***	***	ns
	8	***	***	***	**	***	ns
ANOVA dos factores	Producto	***	***	*	**	***	*
	Almacenamiento	***	***	***	***	***	ns
	P x A	***	***	***	**	***	ns
	Prima CE-EE	**	***	**	*	***	ns
	Elaboración CE-CC	***	***	ns	**	***	*

¹ mg/100 g de muestra fresca; ² mg de ácido tánico/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 26 – Datos de las cenizas y los elementos minerales del kiwi de partida y del kiwi en almíbar (media+desviación estándar) y resultados del ANOVA de un factor (producto) y de los contrastes personalizados.

Tipo de kiwi en almíbar	Cenizas ¹	Na ²	K ²	Mg ²	Ca ²	Li ²	Fe ²	Mn ²	Cu ²	Zn ²
Kiwi convencional	0,68±0,01	1,43±0,16	118,69±17,56	13,03±0,52	15,56±0,30	0,06±0,06	0,28±0,03	0,23±0,00	0,04±0,00	0,09±0,00
Kiwi ecológico	0,71±0,01	1,65±0,25	157,85±3,37	12,06±0,68	18,37±0,92	0,01±0,00	0,30±0,02	0,20±0,01	0,03±0,00	0,07±0,00
CC	0,39±0,01	4,90±0,10	105,36±0,17	8,66±0,00	21,66±0,09	0,04±0,00	0,17±0,00	0,08±0,00	0,10±0,00	0,08±0,00
CE	0,37±0,01	5,30±0,05	110,29±0,24	10,28±0,08	21,68±0,26	0,05±0,00	0,33±0,00	0,08±0,00	0,13±0,00	0,10±0,00
EE	0,43±0,01	5,11±0,03	124,82±2,47	13,67±0,00	40,87±0,88	0,07±0,00	0,31±0,00	0,07±0,00	0,14±0,00	0,11±0,00
ANOVA un factor										
Producto	*	*	**	***	***	***	***	**	**	***
Materia Prima CE-EE	**	ns	**	***	***	***	**	***	*	**
Elaboración CE-CC	ns	**	*	***	ns	**	***	ns	**	***

¹ g/100 g de muestra fresca; ² mg/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

4.3.3.1 – Influencia del proceso de elaboración del kiwi en almíbar sobre las características físico-químicas de la materia prima de partida

Para conocer la influencia del procesado sobre las características de la materia prima de partida se ha aplicado el test t-Student para muestras relacionadas entre los datos obtenidos para el kiwi de partida y los obtenidos para el kiwi recién elaborado a partir de estas materias primas (CC y CE con kiwi convencional y EE con kiwi ecológico) (Tabla 27).

Tabla 27 – Test t-Student aplicado a las variables físico-químicas evaluadas en el kiwi y kiwi en almíbar recién elaborado.

Materia Prima	Convencional		Ecológica
Producto	CC	CE	EE
Sólidos solubles	**	***	**
Fructosa	*	*	*
Glucosa	*	*	*
Sacarosa	***	*	**
Acidez	***	***	***
pH	ns	ns	ns
a_w	***	**	*
Materia seca	**	*	*
L*	ns	ns	***
a*	***	***	**
b*	**	*	*
a*/b*	**	**	ns
C*	**	*	**
H*	**	**	ns
Acido Oxálico	**	**	**
Acido Quínico	**	**	**
Acido Málico	*	*	**
Acido Cítrico	**	**	*
Acido Ascórbico	**	***	**
Fenoles Totales	*	*	*
Cenizas	*	*	*
Na	ns	*	*
K	ns	ns	ns
Mg	ns	*	*
Ca	*	*	*
Li	**	ns	ns
Fe	*	*	ns
Mn	*	**	***
Cu	*	**	**
Zn	*	**	*

ns = no significativo; (*) $p \leq 0,05$; (**) $p \leq 0,01$; (***) $p \leq 0,001$.

Como se observa en la Tabla 27, tras aplicar el test t-Student entre la materia prima de partida y las conservas elaboradas, únicamente no se encuentran diferencias

significativas, en todos los casos, en las variables pH y K. Para el resto de las variables analizadas se observa que en uno o más de los productos obtenidos, el procesado modifica de forma significativa dichas características.

En cuanto a los sólidos solubles se observan incrementos respecto a la materia prima del 50% en las conservas con materia prima de partida convencional (CC y CE) y del 40% en la conserva con materia prima ecológica (EE). Estos aumentos son esperados a consecuencia de la utilización del almíbar en la elaboración del producto. La diferencia entre los porcentajes, es decir, el menor incremento encontrado en la conserva ecológica, se debe al mayor contenido en sólidos solubles que aportaban los kiwis de esa procedencia ya que la concentración final fijada es la misma (Tabla 25).

La concentración de fructosa sufre incrementos del 26 y 28% en los productos elaborados respecto a la materia prima convencional, conservas CC y CE, respectivamente, y del 13% respecto a la materia prima ecológica en la conserva EE (Tabla 25).

Igualmente, la concentración de glucosa sufre incrementos del 24 y 28% en los productos elaborados respecto a la materia prima convencional, en las conservas CC y CE, respectivamente, y del 23% respecto a la materia prima ecológica en la conserva EE.

Por otra parte la concentración de sacarosa, ingrediente empleado en la elaboración de las conservas, experimenta un aumento de más del 90% en los tres tipos de conservas respecto a las materias primas iniciales (Tabla 25).

El incremento observado en la concentración de glucosa y fructosa puede ser debido a la hidrólisis de la sacarosa durante la elaboración del almíbar o durante las etapas de elaboración del producto como el pretratamiento (escaldado) y el tratamiento térmico (pasteurización) (Potter y Hotchkiss, 1999 y Gimeno, 2000).

Lucas y col. (2006) indican que la adición de glucosa y fructosa en un 10 y 20%, respectivamente, a melocotón y piña en almíbar enlatados, alarga la vida útil de los productos al incrementar la actividad bactericida contra las células vegetativas del *Bacillus coagulans*.

El kiwi fresco presenta valores de pH inferiores a 3,6 no siendo necesario el uso de sustancias acidulantes para la conservación del producto (Tabla 25), por lo que el valor de dicho parámetro no se ve significativamente afectado por el procesado.

La acidez en las materias primas de partida es superior a la que presentan las conservas tras la elaboración (Tabla 25). La disminución de la acidez puede ser atribuida a pérdidas en el contenido de los ácidos más susceptibles al tratamiento térmico (Hall y Pither 1994; Gierschner, 2000).

En cuanto a la a_w se observa que el procedimiento de elaboración empleado produce una reducción de los valores que presentaban ambas materias primas de partida (Tabla 25). Una reducción en el contenido de la a_w proporciona mayor estabilidad al producto.

Tras la elaboración de kiwi en almíbar, la materia seca de las materias primas de partida tanto convencional como ecológica experimenta un incremento del 17% (conservas CC y CE) y 13% (conserva EE), respectivamente (Tabla 25). La diferencia del 4% entre las materias primas puede ser atribuida al menor contenido en materia seca que presentaba la materia prima convencional sobre la ecológica. El incremento puede ser debido a pérdidas de humedad durante el tratamiento térmico y al aporte del azúcar a las conservas.

En cuanto a los parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$) se observa que todos han sufrido, en mayor o menor medida, influencia del proceso de elaboración.

La luminosidad se reduce únicamente en la conserva elaborada con materia prima ecológica. El parámetro a^* , que se corresponde con el color verde, es el más afectado por el proceso de elaboración con reducciones del 64, 37 y 28% en las conservas CC, CE y EE, respectivamente, en relación a las materias primas de partida. El parámetro b^* se reduce igualmente aunque en menor proporción. En cuanto la relación a^*/b^* , se observa igualmente una reducción respecto al valor que presentaba la materia prima convencional, tanto en la conserva CC como en la conserva CE.

El mismo efecto se verifica sobre el tono que se reduce en los productos obtenidos pasando de los tonos verdes a tonos más amarillentos respecto al valor que presentaba la materia prima tanto convencional como ecológica.

Según Schwartz y Von Elbe (1983), el atractivo color verde que posee el kiwi está relacionado principalmente con su contenido en clorofila. En general, las clorofilas son relativamente inestables y sensibles a luz, al calentamiento, a la presencia del oxígeno y a la degradación química (Schoefs, 2002). Robertson y Swinburne (1981) en un estudio con kiwi en rodajas enlatado sometido a un tratamiento térmico de 100°C durante 5 minutos, observa un cambio del color verde a pardo amarillo que atribuye a la degradación del 90% de la clorofila a feofitina. Robertson (1985), igualmente en trabajos realizados con kiwi sometido a tratamiento térmico, indica que toda la clorofila se degrada, transformándose en feofitina cambiando el color verde brillante a pardo oliva. Al igual que en este estudio Cano y Marín (1992) al comparar el kiwi fresco y tras el enlatado en almíbar (17–19 °Brix) encuentran cambios significativos en el color del producto tras el procesado, reducciones del 87% en el parámetro a^* y del 28% en H^* resultando un producto con un aspecto marrón amarillo diferente al de la fruta fresca. Schwartz y col. (1999) en un trabajo realizado con pulpa de kiwi sometida a tratamiento térmico aprecian un incremento en el color amarillo debido a la degradación de la clorofila y a la formación de pigmentos amarillos. Todos estos autores refieren que la degradación de la clorofila está relacionada con el aumento de la acidez total producida por la liberación de los ácidos de los tejidos del fruto durante el calentamiento.

La cromaticidad en las tres conservas igualmente sufre una reducción siendo ésta del 27% en las conservas CC y EE y del 15% en la conserva CE respecto a los valores que presentaban las materias primas de partida (Tabla 25).

En cuanto al parámetro ΔE^* se observa una mayor diferencia de color en la conserva elaborada con materia prima de partida ecológica (EE), seguida de la conserva CC. En la conserva CE prácticamente no se observa diferencia de color total.

Según Beirão-da-Costa y col. (2006), el color del kiwi también se ve afectado cuando es sometido incluso a un procesado mínimo.

En todas las conservas elaboradas se observa una reducción en el contenido de ácidos orgánicos y vitamina C, salvo en el ácido oxálico que se incrementa de forma considerable respecto a la materia prima de partida (Tabla 25).

El incremento en los niveles de ácido oxálico puede ser atribuido a la presencia de gran cantidad de cristales de oxalato de calcio insolubles en el kiwi fresco (Okuse y Ryugo, 1981; Rinallo y Mori, 2000) que pueda experimentar solubilización durante el tratamiento térmico.

La disminución en el contenido del ácido ascórbico puede ser debida, además de a pérdidas por lixiviación durante el corte del fruto, al tratamiento térmico que provoca lixiviación hacia los líquidos durante el procesado así como la degradación por el calor (Hall y Pither, 1994; Gregory, 2000).

Dada la labilidad de este nutriente, Rumm-Kreuter y Demmel (1990), Petersen (1993) y Giannakourou y Taoukis (2003) recomiendan la determinación de ácido ascórbico por ser un buen indicador de la intensidad del tratamiento térmico aplicado a frutos y hortalizas.

Según Okuse y Ryugo (1981), el contenido de ácido ascórbico disminuye en un 20%, tras someter la pulpa de kiwi a ebullición durante 2 horas a presión atmosférica. Schwartz y col. (1999) mencionan una pérdida del 23% en el contenido total del ácido ascórbico tras la elaboración de pulpa concentrada de kiwi a temperatura de 45°C, durante 15 a 20 minutos a presión reducida.

Según Carvalho y Lima (2002), en un estudio realizado con kiwi sometido a un procesado mínimo, prácticamente no observan alteración en el contenido de ácido ascórbico lo que atribuyen al efecto tampón que proporciona el oxalato de calcio presente en gran cantidad en las células del kiwi que impide la oxidación del ácido ascórbico y contribuye a su estabilidad en el fruto.

Los compuestos fenólicos presentes en las materias primas de partida convencional y ecológica experimentan un incremento en las tres conservas elaboradas (CC, CE y EE).

Estos resultados ponen de manifiesto lo expuesto por Prior y col. (2005) que indican que existe una serie de sustancias consideradas como interferencias en la determinación de fenoles totales usando el método de Folin-Ciocalteus y entre ellas se encuentran los azúcares.

El contenido en cenizas en las materias primas de partida convencional y ecológica experimenta una disminución en las tres conservas (CC, CE, EE) (Tabla 26).

En cuanto a los elementos minerales se observa una disminución en el contenido de Mg, Fe y Mn y un incremento en los niveles de Na y Ca así como en Li, Cu y Zn (Tabla 26).

Los elementos minerales, a diferencia de otros constituyentes del alimento, no se destruyen por exposición al calor; no obstante, pueden producirse pérdidas por lixiviación o separación física. Las pérdidas durante la cocción no ocurren en la misma proporción para todos los minerales y dependen del estado en que se encuentran en el alimento (ion libre o ligado a otros compuestos) (Miller, 2000).

4.3.3.2 – Influencia de la materia prima (convencional/ecológica) sobre las características físico-químicas del kiwi en almíbar

En las Tablas 25 y 26, además de los resultados de las características físico-químicas, se incluye el resultado del ANOVA de dos factores (producto y tiempo de almacenamiento) con interacción utilizando el modelo split-plot (Tabla 25) y de un factor (producto) (Tabla 26).

Igualmente se incluyen, en ambas tablas, los resultados de los contrastes de hipótesis personalizados tras el análisis del efecto del tipo de producto.

En el ANEXO D se presentan las tablas del análisis de la varianza aplicado a cada una de las variables estudiadas.

Para estudiar la influencia de la materia prima (procedente del cultivo convencional y ecológico) sobre las características del producto terminado se aplica el contraste de

hipótesis para comparar los productos CE (kiwi en almíbar elaborado con materia prima convencional procesado siguiendo las prácticas ecológicas) y EE (kiwi en almíbar elaborado con materia prima ecológica procesado siguiendo las prácticas ecológicas). Además, se comparan dos productos elaborados con diferentes materias primas y sometidos a un mismo procedimiento de elaboración.

Tras la realización del contraste de hipótesis personalizado entre las muestras CE y EE se observa que la materia prima (convencional/ecológica) ejerce influencia sobre los azúcares, el pH, la materia seca y los parámetros de color b^* , a^*/b^* , C^* y H^* , todos los ácidos orgánicos, las cenizas y los elementos minerales, a excepción del Na.

En el caso de los azúcares, en general, la conserva EE presenta valores ligeramente superiores de fructosa, glucosa y sacarosa que la conserva CE. De todas formas, estas pequeñas diferencias aunque significativas no son suficientes para que un panel de catadores entrenado encuentre diferencias en el dulzor entre ambos productos.

En cuanto al pH, si bien se han encontrado diferencias significativas en función de la materia prima, los valores de ambos productos son similares, por lo que no se consideran importantes desde el punto de vista tecnológico.

En la materia seca, ocurre lo mismo que con el pH ya que las diferencias encontradas entre los productos en función de la materia prima aunque significativas son mínimas. A nivel sensorial tampoco se encuentran diferencias en la jugosidad y consistencia de dichas muestras.

En cuanto a los parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$) se observa que la conserva CE presenta mayores valores de b^* y C^* que la conserva EE, lo que también es observado en las respectivas materias primas de partida. Los valores del tono son similares en ambas conservas aún cuando, al igual que en la materia prima de partida, se detecten diferencias estadísticamente significativas. Estas diferencias son corroboradas por el panel de catadores entrenado.

En cuanto a los ácidos orgánicos evaluados, salvo en caso del ácido málico, en los demás ácidos (oxálico, quínico y cítrico) es la conserva CE la que presenta los valores más elevados que la conserva EE. Esto es debido a que la muestra de partida convencional presentaba una mayor concentración en estos ácidos que la muestra ecológica (Tabla 25). De todas formas, como se ha comentado previamente, a nivel de acidez total no existen diferencias significativas y tampoco se producen en el sabor ácido de estas muestras tras su evaluación por un panel de catadores entrenado.

El ácido ascórbico presenta mayor concentración en la conserva EE lo que se corresponde con el hecho de que la materia prima ecológica presentaba un mayor contenido que la convencional (Tabla 25).

En cuanto a los compuestos fenólicos se observa que la materia prima no influye de forma significativa en el contenido de fenoles en las muestras de kiwi en almíbar analizadas ya que no existen diferencias significativas entre las conservas EE y CE (Tabla 25), como tampoco existían entre las materias primas utilizadas (convencional y ecológica).

En cuanto al contenido de cenizas las diferencias en el producto final (EE mayor concentración que CE) se relacionan el mayor valor de esta variable en la materia prima procedente del cultivo ecológico (Tabla 26).

En cuanto a los elementos minerales, se observa en la Tabla 26 que la materia prima únicamente no afecta al contenido de Na. Los minerales K, Mg, Ca, Li, Cu y Zn se encuentran en mayor concentración en la conserva elaborada con materia prima ecológica (EE). Efecto contrario se observa respecto a Mn y Fe en los que hay una mayor concentración en la conserva elaborada con materia prima convencional (CE).

4.3.3.3 – Influencia del procedimiento de elaboración (convencional/ ecológico) sobre las características del kiwi en almíbar

En las Tablas 25 y 26 se incluye igualmente el contraste de hipótesis personalizado entre CE (kiwi en almíbar de procedencia convencional procesado siguiendo las prácticas ecológicas) y CC (kiwi en almíbar de procedencia convencional procesado siguiendo las

prácticas convencionales). Así, al comparar las características de éstos productos elaborados con la misma materia prima y con diferente procedimiento de elaboración se comprueba que el tipo de elaboración (procedimiento convencional/procedimiento ecológico) tiene una influencia significativa en las variables sólidos solubles, sacarosa, acidez, materia seca, a^* , los ácidos cítrico, quínico, oxálico y ascórbico, los fenoles totales y los elementos minerales, a excepción del Ca y Mn. Aunque existen estas diferencias significativas entre ambos tipos de productos (CC y CE), son mínimas y no son suficientes para que el panel de catadores entrenado diferencie estas muestras.

El valor de los sólidos solubles, de la conserva CC es ligeramente inferior al de la conserva CE, debido a que presenta concentraciones de sacarosa ligeramente inferiores (Tabla 25).

La acidez es ligeramente superior en la conserva CC respecto a la CE debido a que también la concentración de los ácidos orgánicos es ligeramente superior (Tabla 25).

Igualmente la materia seca es ligeramente inferior en la conserva CC (Tabla 25).

De los parámetros del color CIE ($L^*a^*b^*$) solamente el a^* se ve afectado por el tipo de elaboración con valores medios de -2,14 y -1,86 en las conservas CE y CC, respectivamente (Tabla 25). Aunque esta diferencia de 0,28 puntos no se considere diferenciadora a nivel tecnológico.

En cuanto al ácido ascórbico ambos procedimientos de elaboración (convencional y ecológico) provocan la reducción de este compuesto presentando ligeras diferencias entre las dos conservas evaluadas (CE y CC) (Tabla 25).

En los compuestos fenólicos se observa que las muestras procesadas siguiendo el procedimiento ecológico presentan un contenido en fenoles ligeramente superior a las del procedimiento convencional (Tabla 25). De todas formas, como se ha comentado previamente (apartado 4.3.3.1) puede existir una interferencia del azúcar.

En cuanto a los elementos minerales Na, K, Mg, Li, Fe, Cu y Zn la mayor concentración se encuentra en la conserva elaborada siguiendo un proceso ecológico (CE) (Tabla 26).

4.3.3.4 – Influencia del tiempo de almacenamiento sobre las características físico-químicas del kiwi en almíbar

En la Tabla 25 se observa que el factor tiempo de almacenamiento únicamente no influye en la variable b^* y en los fenoles totales. A continuación, se describe la evolución de las demás variables estudiadas a lo largo del periodo de almacenamiento.

Los sólidos solubles durante el periodo de almacenamiento presentan una ligera tendencia a disminuir en la conserva CC y a aumentar en las conservas EE y CE (Figura 41). De todas formas, en ningún caso la variación respecto al valor inicial es superior a 2,5 °Brix.

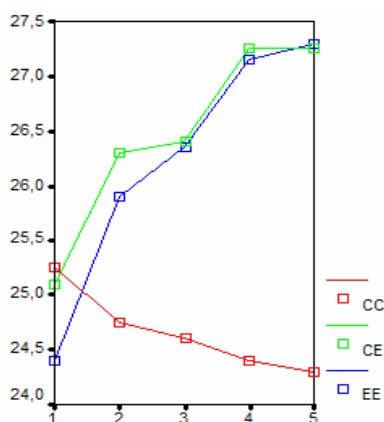


Figura 41 – Evolución de los sólidos solubles en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.

Beirão-da-Costa y col. (2006), tras aplicar tratamientos térmicos en kiwis sometidos a un procesamiento mínimo durante largo tiempo, observan un incremento del 13% en el contenido de sólidos solubles e indican que, dependiendo del estado de madurez, el efecto del tratamiento térmico produce una respuesta diferente en el contenido de sólidos solubles.

Según Carvalho y Lima (2002), en un estudio con kiwi en rodajas sometidos a un procesado mínimo con soluciones al 1% de ácido cítrico, ácido ascórbico y cloruro de calcio, y almacenados en refrigeración durante 10 días, observan una ligera reducción en el contenido de los azúcares totales.

Tanto la fructosa como la glucosa presentan una tendencia creciente a lo largo del tiempo en los tres productos pero con mayor intensidad en la conserva EE (Tabla 25, Figura 42). Por el contrario, el contenido de sacarosa disminuye a lo largo del tiempo de almacenamiento en los tres tipos de conservas siendo más acentuada en la conserva CC (Figura 42). Estos resultados coinciden con lo indicado por Mendonça y col. (2001) quienes al evaluar melocotones en almíbar durante 90 días también encuentran un aumento significativo en el contenido de los azúcares reductores. A nivel sensorial, la evolución del sabor dulce a lo largo del tiempo de almacenamiento es similar a la de la sacarosa ya que los catadores detectan una disminución en el dulzor de estas muestras.

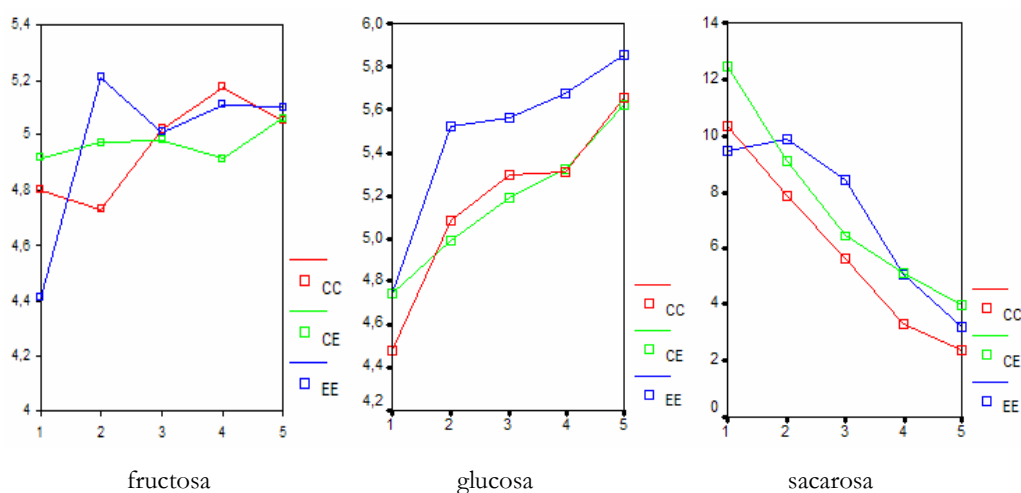


Figura 42 – Evolución de la fructosa, la glucosa y la sacarosa en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.

Barboni y Chiaramonth (2006), en un estudio realizado en muestras de zumo de kiwi, encuentran un aumento de hasta un 150% en la concentración de glucosa y fructosa y del 131% para la sacarosa a lo largo de seis meses de almacenamiento.

En cuanto a la acidez a lo largo del periodo de almacenamiento en la conserva CC hay un ligero, aunque significativo, incremento de la acidez mientras que en las conservas CE y EE la tendencia es a una disminución del valor de esta variable (Figura 43). Estos cambios son detectados por los catadores a nivel del sabor ácido.

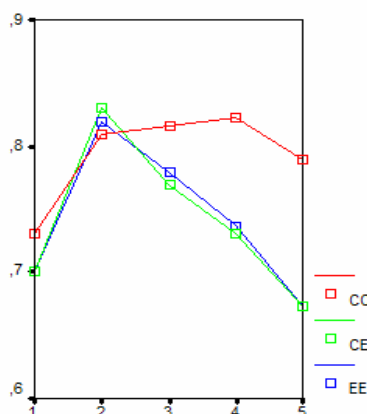


Figura 43 – Evolución de la acidez en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.

El pH disminuye significativamente con el tiempo de almacenamiento en los tres productos si bien, cuantitativamente, la diferencia entre el valor de pH al inicio y al final del periodo de almacenamiento es mínima, siendo los valores de pH óptimos para asegurar la estabilidad de los productos (Tabla 25).

Según Brown (1994), estos valores de pH son favorables pues impiden la germinación o la multiplicación de bacterias esporuladas, que pudieran haber sobrevivido a tratamientos térmicos como la pasteurización, además impiden la formación de toxina botulínica.

En cuanto a la a_w en las tres conservas se observa una ligera reducción significativa durante el periodo de almacenamiento aún cuando no importante desde el punto de vista tecnológico (Tabla 25).

Entre las técnicas de conservación que se aplican para controlar el deterioro de los alimentos está la reducción del agua disponible. Según Alzamora y col. (2004), la a_w ,

óptima para el crecimiento de los microorganismos está en el rango 0,99-0,98. Escriche y col. (2002) tratan rodajas de kiwi con agentes osmóticos a base de sacarosa (concentrado de uva-mosto de 63 °Brix y concentrado de sacarosa de 65 °Brix) para obtener una a_w entre 0,90 – 0,95 que es el rango en el que se clasifican los alimentos con humedad intermedia que pueden permanecer estables durante el almacenamiento.

La materia seca en las conservas, en general, se incrementa ligeramente a lo largo del periodo de almacenamiento (Tabla 25, Figura 44). Sin embargo, este incremento es inferior al 3% y no es suficiente para detectar cambios significativos en la jugosidad evaluada por un panel de catadores entrenado. Según Hall y Pither (1994), en los alimentos conservados, un importante cambio es el movimiento de agua y de sólidos en el seno del alimento durante el tratamiento térmico y almacenamiento.

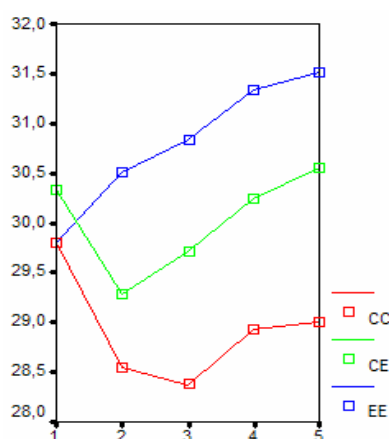


Figura 44 – Evolución de la materia seca en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.

En cuanto a los parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$), se observa una disminución a lo largo del tiempo de almacenamiento en la luminosidad, el parámetro a^* , la cromaticidad y el tono en los tres tipos de conservas. La reducción en los valores de la luminosidad, cromaticidad y el tono indican una pérdida de coloración mínima durante el almacenamiento, siendo ésta menor en la conserva EE que en la CC. Un efecto contrario se verifica con la relación a^*/b^* que aumenta en los tres tipos de conservas (Tabla 25,

Figura 45). Estos cambios a nivel del color son detectados igualmente por el panel de catadores entrenados.

Sin embargo, se observa que los valores del parámetro a^* al final del periodo de almacenamiento son similares a los valores que presentan Cano y Marín (1992) tras la elaboración.

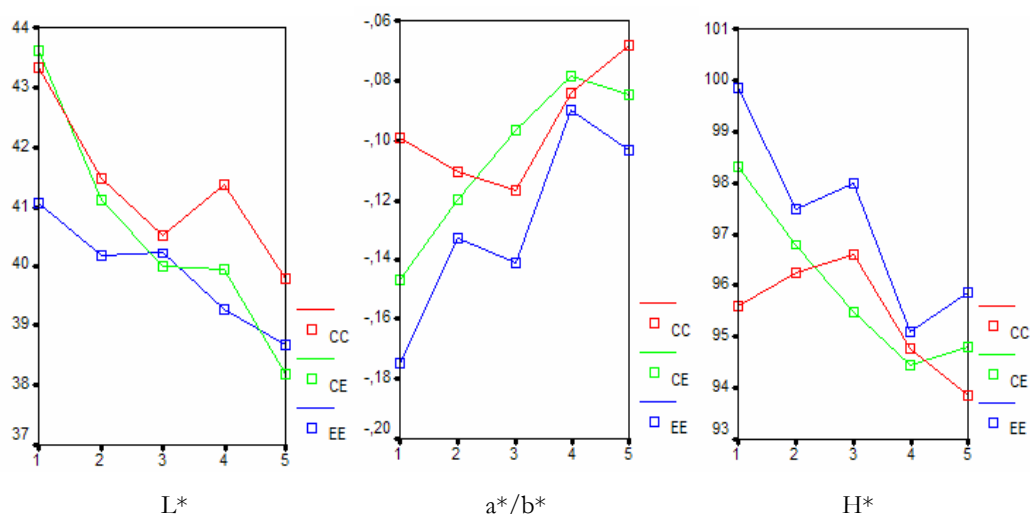


Figura 45 – Evolución de L^* , a^*/b^* y H^* en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.

En cuanto al parámetro ΔE^* , diferencia de color total, se observa una tendencia creciente en las tres conservas. En la conserva CE es en la que más se acentúa indicando una mayor pérdida de color en esta conserva durante el almacenamiento en relación a las otras dos.

Escriche y col (2002) al comparar rodajas de kiwi tratadas con agentes osmóticos a base de sacarosa encuentra que a temperatura de 35 – 45°C se preserva el color verde brillante que presenta el kiwi fresco.

Beirão-da-Costa y col. (2006), en un estudio con kiwi en dos estados de madurez sometidos a un procesado mínimo y tratamientos térmicos con temperatura entre 25 – 50°C durante 10 – 90 minutos, comprueban cambios indeseables en el aspecto del kiwi observando, que con el tratamiento mas severo (50°C) todas las clorofilas se convierten a

feofitinas favoreciéndose el desarrollo de pigmentos marrones que producen un cambio de color verde vivo a marrón verde oliva.

De forma general, todos los ácidos presentan una tendencia decreciente durante el período de almacenamiento, como se puede observar en la Tabla 25 y en la Figura 46 presentando una menor reducción en la conserva CC.

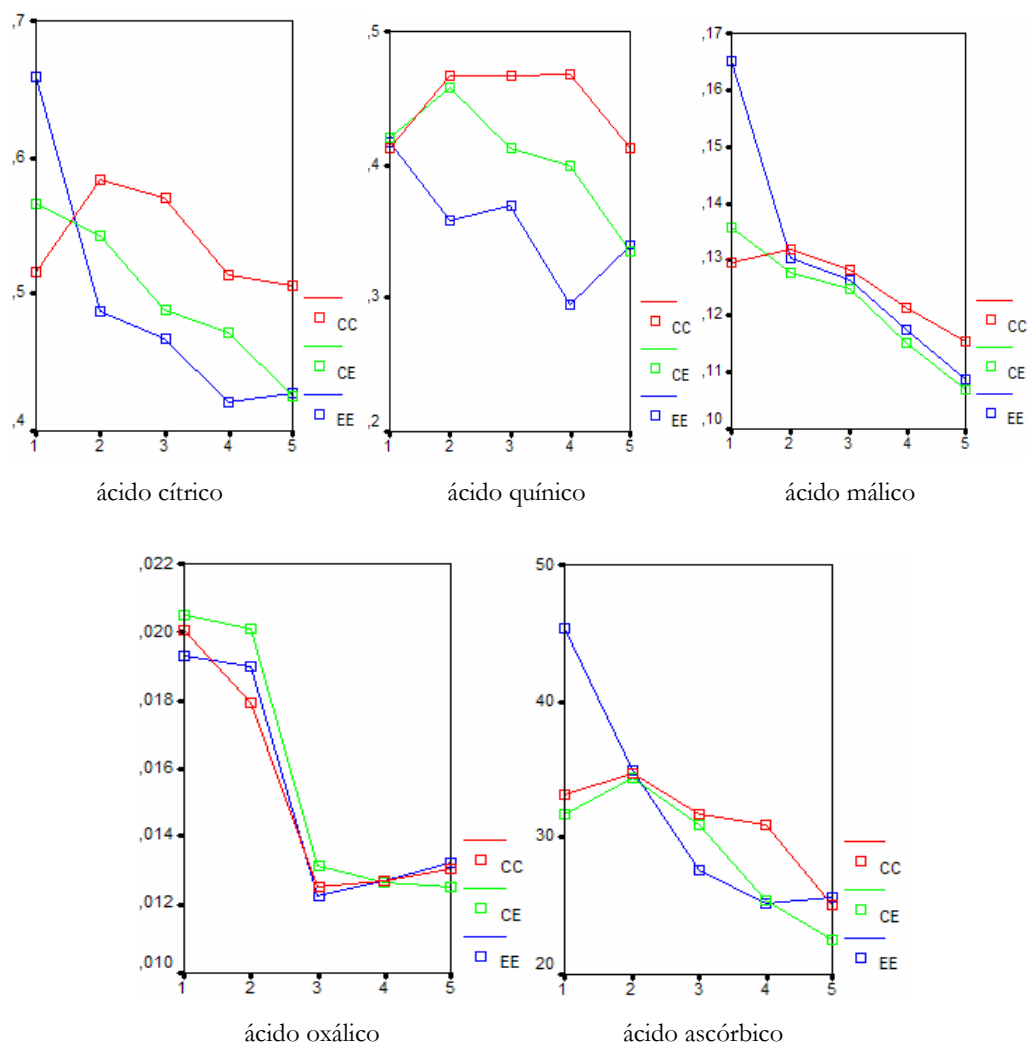


Figura 46 – Evolución de los ácidos orgánicos y vitamina C en las conservas de kiwi en almíbar durante el almacenamiento.

La concentración del ácido ascórbico a lo largo del periodo de almacenamiento se reduce de forma significativa en todas las conservas (Tabla 25 Figura 46).

Aún cuando en las conservas CE y CC los compuestos fenólicos experimentan un aumento a lo largo del tiempo de almacenamiento, este incremento no es significativo.

Se demuestra que el contenido fenólico es estable de los productos obtenidos a lo largo del tiempo (10 meses). Este aumento observado en estos productos analizados coincide con el encontrado por Zafrilla y col. (2001) en productos derivados de frutas, como mermelada de frambuesa, en los que la fracción fenólica sigue aumentando después de un mes de almacenamiento, pero este contenido empezaba a disminuir de forma ligera pasados los 6 meses de almacenamiento.

Hong y col. (2004), en un estudio con melocotón en almíbar almacenado a temperatura ambiente durante 3 meses, indican una pérdida en el contenido de fenoles totales de 30 a 43%. Además indica que estas pérdidas también fueron verificadas en otras frutas. Este comportamiento coincide con el observado en la conserva EE.

4.4. MERMELADA DE FRESA

4.4.1. Optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa

Previo a la elaboración de mermelada de fresa se realizaron una serie de experimentos con el fin de establecer las condiciones de las diferentes operaciones, ingredientes y cantidad de los mismos a utilizar en el proceso. Para ello, en primer lugar se realizó un ensayo para elegir el tipo de gelificante a utilizar. A continuación se realizó un experimento para ensayar la concentración de azúcar, y los tiempos de cocción de la fruta y el resto de los ingredientes como base para planear el ensayo final de optimización del proceso.

4.4.1.1 Elección del gelificante

Como paso previo a la optimización del proceso de elaboración de mermelada, se procedió realizar una serie de ensayos preliminares para la determinación del tipo y cantidad de gelificante a añadir en la elaboración del producto.

Los agentes gelificantes elegidos fueron agar y pectina de naranja comercial, que se utilizaron en tres concentraciones diferentes: de 0,5, 0,8 y 1% calculado sobre la cantidad de fruta utilizada.

En este ensayo se utilizó fresa de la variedad Camarosa y como ingredientes, además de los gelificantes mencionados, azúcar de caña blanco y ácido cítrico.

Para la elaboración de la mermelada, las fresas fueron lavadas, desprovistas del cáliz, trituradas y cocidas. Durante la cocción se añadieron los gelificantes en estudio.

Los gelificantes fueron homogenizados con el azúcar antes de su adición a la fruta. Esta homogenización tenía como finalidad evitar la agregación del gelificante al ser adicionado por separado. Asimismo, la homogenización permitía una mejor dispersión y disolución de los gelificantes – agar y pectina – en la pulpa.

Para la elaboración también se consideró que la proporción de ácido cítrico a añadir era de 0,5% respecto al peso de la fruta.

En relación al agar se observó que se necesitaba mayor proporción para obtener una gelificación similar a la que ocurría en los productos en los que se utilizó pectina. Así, se observó que la proporción más adecuada era del 0,8%.

Por otra parte, se observó también en los productos procesados con agar la presencia de grumos gelatinosos aún habiendo homogenizado el agar con el azúcar en el momento de su adición. Esto confería una textura irregular al producto. Por esta razón, se rechazó la utilización del agar.

En el caso de la pectina se observó que la proporción adecuada para una óptima textura era del 0,5%. Los productos con esta proporción presentaban una buena formación del gel, ausencia de sinéresis y aspecto homogéneo.

Para confirmar este resultado, se probaron en un segundo ensayo proporciones de pectina, respecto a la fruta, del 0,4, 0,5 y 0,6%.

En el caso de 0,6% se obtenía un producto con una textura demasiado compacta, con ausencia de fluidez y en el caso de la utilización de una proporción de 0,4% los productos presentaban una textura ligeramente fluida aunque no indeseable.

En base a estos resultados se opta por la utilización de pectina comercial en una proporción del 0,5%.

4.4.1.2 Determinación de la concentración de azúcar y de los tiempos de cocción

Como materia prima se utilizó fresa de la variedad Camarosa adquirida en el mercado local y conservada en cámara frigorífica a 4°C hasta el momento del procesado y como ingredientes se utilizaron azúcar blanco y pectina comercial.

Se probaron tres factores (concentración de azúcar, tiempo de cocción de la fruta antes de añadir los ingredientes y tiempo de cocción de la fruta con los ingredientes) con los niveles indicados en la Tabla 28.

Tabla 28 – Factores y niveles del ensayo preliminar de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.

Factores		Niveles
1	Concentración de azúcar ¹	1 – 35% 2 – 45%
2	Tiempo de cocción de la fruta ²	1 – 45 min 2 – 60 min 3 – 75 min
3	Tiempo de cocción con los ingredientes ³	1 – 20 min 2 – 40 min

¹ En relación a la cantidad total de fresa utilizada.

² Tiempo comprendido entre el inicio de la ebullición de la fruta hasta la adición de los ingredientes.

³ Tiempo comprendido entre la adición de dichos ingredientes, tras el tiempo de cocción de la fruta sola, hasta la finalización del proceso de cocción.

Para la elaboración de mermelada las fresas fueron lavadas y tras la retirada del cáliz, sometidas a trituración. A continuación, se repartían en seis recipientes de cocción: tres destinados a la concentración de 35% de azúcar y los otros tres a la concentración de 45% de azúcar. Los tres recipientes de cada concentración sirvieron para ensayar los tiempos de cocción de la fruta establecidos (45, 60 y 75 minutos). Al finalizar cada tiempo de cocción se adicionaban los ingredientes (azúcar y pectina) a cada recipiente. Tras 20 minutos de cocción (fruta+ingredientes) se llenaban 5 envases y al cabo de 20 minutos más (40 minutos de cocción en total) se finalizaba el proceso y se llenaban los demás envases, obteniéndose 12 formulaciones (productos distintos) de mermelada de fresa.

Variables determinadas: consistencia, color, presencia de sinéresis y concentración de sólidos solubles.

Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 29.

Tabla 29 – Resultados del ensayo preliminar de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.

RC	Factores			
	A	B	C	
			20 minutos	40 minutos
1	35%	45 min	Consistencia fluida. Ausencia de sinéresis. Color deseable	Consistencia ligeramente menos fluida. Ausencia de sinéresis.
2		60 min	Consistencia demasiado compacta. Ausencia de fluidez.	Consistencia demasiado compacta. Ausencia de fluidez.
3		75 min	Consistencia demasiado compacta. Tonalidad marrón.	Consistencia demasiado compacta. Tonalidad marrón.
4	45%	45 min	Consistencia fluida. Ausencia de sinéresis. Color deseable.	Consistencia ligeramente menos fluida. Ausencia de sinéresis
5		60 min	Consistencia demasiado compacta. Ausencia de fluidez.	Consistencia demasiado compacta. Ausencia de fluidez.
6		75 min	Consistencia demasiado compacta. Tonalidad marrón.	Consistencia demasiado compacta. Tonalidad marrón.

RC: Recipientes de cocción.

Los productos obtenidos tras 75 minutos de cocción de la fruta presentaban una consistencia compacta y con pardeamiento debido a la degradación del azúcar por el calor generando una tonalidad indeseable además de presentar un °Brix superior al permitido.

Los productos sometidos a 60 minutos de cocción de la fruta, aún cuando su consistencia era compacta, no presentaban tonalidades pardas.

Los productos obtenidos tras someter la fruta a 45 minutos de cocción presentaban entre 54 y 59 °Brix, una buena consistencia y un mayor rendimiento (6,1 envases/kg fresas) que los obtenidos utilizando tiempos de cocción más elevados (4,5 y 5,2 envases/kg para 75 y 60 minutos de cocción, respectivamente). En cuanto al tiempo de cocción de la fruta con los ingredientes, se observa que con tiempos menores (20 minutos) la fluidez del producto es más adecuada.

Estos resultados se toman como base para plantear el ensayo final.

4.4.1.3 Determinación del tratamiento previo de la fruta y de los tiempos de cocción

El elevado número de factores que afectan al proceso de elaboración artesanal de mermelada hace necesario la realización de experimentos que permitan trabajar simultáneamente con varios de los factores de control. Los experimentos factoriales son utilizados ampliamente en la optimización de procesos industriales ya que proporcionan estimaciones de los efectos de los factores, permiten estimar las interacciones, tan frecuentes en los procesos industriales y son sencillos de construir y analizar (Lenth, 1989).

El principal inconveniente de los modelos factoriales es que requieren gran número de pruebas, especialmente si va a realizarse un análisis estadístico basado en el análisis de la varianza. En la primera fase de este experimento este inconveniente se ha tratado de resolver a través de dos vías:

- ▶ utilizando únicamente dos niveles por factor.
- ▶ obviando el tratamiento estadístico, sustituyéndolo por una prueba gráfica de ajuste a la normal.

Los ensayos factoriales a dos niveles están muy difundidos en el sector industrial, debido a que son fáciles de construir, analizar e interpretar y combinar entre sí para formar diseños más complejos y proporcionan mucha información. Sin embargo, sólo permiten estudiar relaciones lineales, lo que aconseja elegir los niveles suficientemente próximos,

para que la recta sea una buena aproximación a la superficie de respuesta en la región de estudio.

En este experimento se estudia el efecto de los tiempos de cocción, tanto de la fruta como de la fruta con los ingredientes, ensayándose tiempos menores que los utilizados en el ensayo preliminar y también el efecto de la operación de cortado o cortado y picado parcial de la fruta, tratando de determinar su influencia en la estructura final. Además, se evalúa si la materia prima afecta a las características del producto.

En base al ensayo preliminar se definen los factores y niveles estimando la concentración de azúcar en 40%, calculada a partir de la cantidad de fruta utilizada, ya que no se observan diferencias en los resultados obtenidos entre las concentraciones del 35 y 45%. Se seleccionaron, por tanto, 4 factores de proceso con dos niveles cada uno (Tabla 30) por lo que el ensayo factorial es 2^4 elaborándose 16 formulaciones de mermelada de fresa.

Tabla 30 – Factores y niveles del experimento factorial de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.

Factores		Niveles
A	Tratamiento previo de la fruta	-1 – cortado 1 – triturado
B	Tiempo de cocción de la fruta ¹	-1 – 20 min 1 – 40 min
C	Tiempo de cocción con los ingredientes ²	-1 – 10 min 1 – 20 min
D	Materia prima	-1 – Elsanta 1 – Diamante

¹ Tiempo comprendido entre el inicio de la ebullición de la fruta hasta la adición de los ingredientes.

² Tiempo comprendido entre la adición de dichos ingredientes, tras el tiempo de cocción de a fruta sola, hasta la finalización de la misma.

Las magnitudes de los efectos principales y las interacciones se han obtenido empleando el algoritmo de los signos conforme la matriz de diseño (Tabla 31), en la que también se indican en sombreado, las combinaciones de niveles de cada uno de los 16 tratamientos realizados.

Tabla 31 – Combinaciones de niveles de los 16 tratamientos del ensayo 2⁴ y matriz de cálculo de los efectos.

Obs.	A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD	Media
1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1
3	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1
4	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1
5	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1
7	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1
8	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1
9	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1
10	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1
11	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1
12	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1
13	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1
14	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1
15	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Como se ha indicado, en esta fase inicial en la que se trata de estimar el posible efecto de la materia prima, se ha obviado el tratamiento estadístico basado en el análisis de la varianza. Se ha sustituido por el estudio de la magnitud de los efectos, mediante el método de Lenth (1989), y por una prueba gráfica de ajuste a la normal. Las magnitudes de los efectos de los factores y sus interacciones indican cuáles de ellos pueden afectar a la calidad y cuáles pueden generar únicamente ruido.

En ausencia de efectos e interacciones significativamente distintos de cero la distribución de sus magnitudes sigue una ley normal. Al representar la función de distribución observada de los efectos principales e interacciones en papel probabilístico normal deberán aparecer todos ellos sensiblemente alineados. En caso de haber algún efecto significativamente distinto de cero, se separará claramente de la recta definida por los puntos centrales de la función de distribución. Esta es una «prueba estadística» de significación que permite detectar qué efectos son significativos de forma sencilla y eficaz (Lenth, 1989).

En la Figura 47 se presentan los 16 productos obtenidos en el ensayo factorial completo 2⁴ llevado a cabo para poner a punto el procedimiento de elaboración de mermelada de fresa.



Figura 47 – Muestras de los 16 tratamientos del ensayo factorial de optimización.

Variables estudiadas: parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$), consistencia, sólidos solubles, pH, acidez, aspecto del producto cerrado y abierto.

La Tabla 32 muestra las respuestas obtenidas para las variables estudiadas y la Tabla 33 los estadísticos descriptivos de las mismas.

Tabla 32 – Valores de las variables en los 16 tratamientos.

Obs	A	B	C	D	L*	a*	b*	H*	C*	Cons ¹	SS ²	pH	Acidez ³	Asp. A ⁴	Asp. C ⁵
1	-1	-1	-1	-1	13,43	10,93	7,73	35,25	13,39	6,25	59,0	3,26	1,02	10,0	14,8
2	1	-1	-1	-1	14,07	11,60	8,61	36,58	14,45	6,40	59,0	3,15	1,07	9,8	12,8
3	-1	1	-1	-1	15,03	11,98	9,84	39,40	15,50	5,80	63,0	3,12	1,15	6,8	12,4
4	1	1	-1	-1	14,68	12,24	9,95	39,12	15,77	5,70	62,5	3,12	1,16	7,1	10,6
5	-1	-1	1	-1	16,24	11,20	8,14	35,99	13,85	4,05	67,0	3,30	1,00	7,1	6,0
6	1	-1	1	-1	14,98	11,78	9,11	37,71	14,89	2,55	68,0	3,22	1,05	7,2	3,8
7	-1	1	1	-1	16,25	13,91	12,30	41,49	18,57	3,70	69,0	3,15	1,13	1,6	2,0
8	1	1	1	-1	16,40	12,95	11,98	42,77	17,65	4,25	69,0	3,21	1,07	1,5	5,6
9	-1	-1	-1	1	15,38	9,84	9,35	43,54	13,57	7,85	57,0	3,11	0,87	7,7	3,8
10	1	-1	-1	1	16,10	11,48	9,52	39,67	14,91	8,10	58,0	3,16	1,04	9,9	6,6
11	-1	1	-1	1	15,33	11,42	10,21	41,78	15,32	5,00	63,0	3,20	1,00	10,6	11,0
12	1	1	-1	1	15,80	11,20	11,06	44,65	15,74	4,40	63,0	3,24	1,07	11,8	8,6
13	-1	-1	1	1	13,90	11,64	9,74	39,91	15,18	6,80	59,0	3,14	1,01	9,9	11,4
14	1	-1	1	1	16,28	9,58	8,10	40,23	12,55	3,60	62,5	3,17	1,01	14,3	6,0
15	-1	1	1	1	18,67	12,83	12,67	44,65	18,03	4,05	68,0	3,20	1,10	3,7	3,2
16	1	1	1	1	22,32	14,52	14,86	45,65	20,78	3,20	68,5	3,15	1,11	0,8	1,4

¹ Consistencia, cm/30s; ² Sólidos solubles, °Brix; ³ g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca; ⁴ Aspecto Abierto;

⁵ Aspecto cerrado.

Tabla 33 – Estadísticos descriptivos de las variables estudiadas en los 16 tratamientos.

Variable	Media	DT	CV (%)	Mín	Máy	Asimetría	Apuntamiento
L*	15,93	2,11	13,2	13,4	22,3	2,01	5,35
a*	11,82	1,29	10,9	9,6	14,5	0,39	0,46
b*	10,20	1,94	19,0	7,7	14,9	0,97	0,71
H*	40,52	3,20	7,9	35,3	45,7	-0,03	-0,95
C*	15,63	2,16	13,8	12,6	20,8	0,96	0,77
Consistencia (cm/30s)	5,11	1,66	32,4	2,6	8,1	0,39	-0,81
Sólidos solubles (°Brix)	63,47	4,28	6,7	57,0	69,0	-0,01	-1,52
pH	3,18	0,05	1,7	3,1	3,3	0,69	-0,19
Acidez ¹	1,05	0,07	6,8	0,9	1,2	-0,8	1,66
Aspecto Abierto	7,50	3,90	52,1	0,8	14,3	-0,37	-0,52
Aspecto Cerrado	7,50	4,21	56,1	1,4	14,8	0,2	-1,26

¹ g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca.

Se utilizó el algoritmo de los signos para obtener los efectos de los factores y sus interacciones.

La Tabla 34 muestra cómo se desarrolló el ensayo:

- el número asignado a cada tratamiento o prueba, cada uno de ellos, dado por una combinación de niveles de factores A, B, C y D indicada en el cuadro resaltado en gris.
- la respuesta obtenida en cada tratamiento, particularizada para el caso del rendimiento, a modo de ejemplo.
- la matriz de diseño, sobre la que se aplicó el algoritmo de los signos.
- la magnitud de los efectos, obtenida en cada caso como la suma de los productos de cada columna por la columna de respuestas. Se muestra a modo de ejemplo el caso de la cromaticidad C*.

En la Tabla 35 se muestran los efectos de cada factor y las interacciones, destacándose en negrita los más importantes. El signo de cada efecto indica si al pasar del nivel -1 al +1 aumenta (+) o disminuye (-) el valor de la variable estudiada.

Tabla 34 – Tabla explicativa del ensayo factorial de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.

Obs	A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD	Med	Resp
1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	13,39
2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	14,45
3	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	15,50
4	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	15,77
5	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	13,85
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	14,89
7	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	18,57
8	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	17,65
9	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	13,57
10	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	14,91
11	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	15,32
12	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	15,74
13	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	15,18
14	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	12,55
15	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	18,03
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20,78
Efectos	0,42	3,07	1,60	0,25	0,21	-0,36	0,05	1,57	0,34	0,14	0,64	0,90	-0,05	0,56	0,93	15,63	C*

Tabla 35 – Efecto de cada factor de control e interacciones en el ensayo factorial de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.

Efectos	L*	a*	b*	H*	C*	Con	°Brix	pH	Acidez	Asp. A	Asp. C
A	0,80	0,20	0,40	0,55	0,42	-0,66	0,69	-0,01	0,04	0,63	-1,15
B	1,76	1,63	2,82	3,83	3,07	-1,19	4,56	-0,02	0,09	-4,01	-1,30
C	1,90	0,97	1,33	1,05	1,61	-2,16	5,81	0,02	0,01	-3,44	-5,15
D	1,59	-0,51	0,98	3,97	0,25	0,54	-2,19	-0,02	-0,06	2,22	-2,00
AB	0,18	-0,01	0,31	0,67	0,21	0,41	-0,69	0,02	-0,03	-1,01	0,55
AC	0,43	-0,39	-0,10	0,53	-0,36	-0,59	0,56	0,00	-0,04	-0,24	-0,30
AD	1,01	0,06	-0,01	-0,47	0,05	-0,44	0,56	0,03	0,03	0,59	-0,55
BC	1,30	0,88	1,36	1,35	1,57	0,74	-0,06	-0,02	-0,01	-3,71	-2,45
BD	0,85	0,23	0,20	-0,48	0,34	-1,24	1,94	0,07	0,00	0,26	0,40
CD	0,24	0,19	-0,02	-0,85	0,14	0,24	-1,56	-0,04	0,05	0,63	3,15
ABC	0,49	0,56	0,33	-0,61	0,64	0,69	-0,31	-0,01	0,01	-0,88	1,80
ABD	0,08	0,48	0,82	1,18	0,90	-0,04	-0,31	-0,04	0,01	-1,08	-0,95
ACD	0,78	-0,06	-0,02	0,05	-0,05	-0,34	0,19	-0,03	-0,02	-0,24	-1,60
BCD	1,49	0,33	0,46	0,38	0,56	0,11	1,06	-0,02	0,01	-2,41	-3,05
ABCD	-0,11	0,84	0,46	-0,90	0,93	0,11	-0,19	-0,01	0,02	-0,71	0,40

De entre todos los factores el que presenta un mayor efecto sobre las variables estudiadas, es el tiempo de cocción previo a la adición de los ingredientes (B). Dicho efecto se refleja en un aumento de los valores de los parámetros de color y la concentración. No obstante, las mejores características de color se consiguen en detrimento del aspecto general de la mermelada. Algo similar se observa con el tiempo de cocción tras la adición de los ingredientes (C), que afecta también a la consistencia, aumentándola sensiblemente, ya que disminuyen los valores obtenidos en el consistómetro de Bostwick.

Entre estos dos factores B y C se observan interacciones importantes, de forma que se refuerza el efecto observado tanto sobre el color, aumentando sus valores, como sobre el aspecto, perjudicándolo más de lo que se esperaba si los efectos fuesen aditivos. Es decir, además de la concentración de la pulpa en el tiempo de cocción antes de la adición de los ingredientes (B) hay que sumar el efecto acumulativo de un mayor tiempo de cocción con los ingredientes (C), lo que llevaría al quemado del azúcar, presentando el producto final una tonalidad marrón.

A modo de ejemplo, en la Figura 48, se representan, en papel probabilístico normal, las funciones de distribución de los efectos observados sobre los sólidos solubles y en Figura 49 sobre la cromaticidad.

En las Figura 48 y 49 se han representado las rectas que ajustan los puntos centrales de la distribución. Los puntos que se separen más de ella representan los factores cuyos efectos son responsables de que la distribución no se ajuste a la normal. Se representan en rojo los factores cuyo efecto se diferencia significativamente de cero, con un nivel de significación inferior al 5%, empleando el test de Lenth.

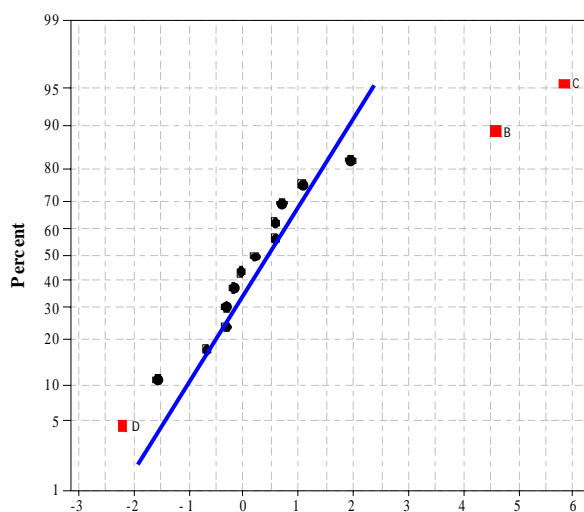


Figura 48 – Distribución de los efectos sobre la variable SS en papel probabilístico normal.

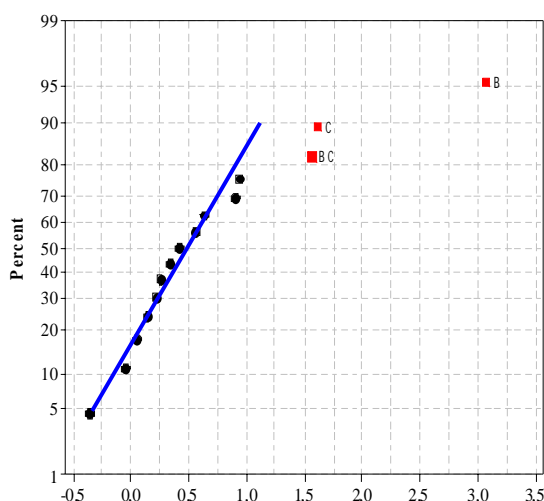


Figura 49 – Distribución de los efectos sobre la variable C* en papel probabilístico normal.

Se observa, como se ha comentado anteriormente, que los efectos más importantes son los de los tiempos de cocción B y C, pues se separan claramente de la recta que se obtendría con la hipótesis de efectos nulos. Así, en la Figura 48, se observa como afecta a los sólidos solubles y en la Figura 49 a la cromaticidad. En este último caso, se observa también que hay una interacción significativa importante entre estos factores. Para tiempos de cocción previos cortos, el tiempo de cocción tras la adición de los ingredientes prácticamente no afecta a este parámetro de color. Sí lo hace, y de forma importante, cuando el tiempo de cocción inicial es más elevado.

Las distribuciones de los efectos obtenidas para cada variable, se resumen en la Tabla 36. Se indican con signos + y – la importancia y el sentido del efecto y con * si se diferencia significativamente de 0 empleando la prueba de Lenth.

Tabla 36 – Efecto de las variables en el ensayo factorial de optimización del proceso de elaboración de mermelada de fresa.

Variable	A	B	C	D	BC
L*	+	+			
a*		++ (*)	+		+
b*		++ (*)	+		+
H*		++ (*)		++ (*)	
C*		++ (*)	+		+
Consistencia			– (*)		
°Brix		+	++ (*)	– (*)	
pH					
Acidez		+			
Aspecto Abierto		– – (*)	– (*)	+	– (*)
Aspecto Cerrado			– (*)		

Los resultados de este experimento fueron muy similares entre los distintos productos obtenidos; si bien, los productos procesados empleando tiempos de cocción de la fruta (B) de 40 minutos presentaban mayor concentración pero su estructura también era fluida.

En la Figura 50 se observan las diferencias en el aspecto entre los tratamientos. En algunos casos se verificaba la presencia de semillas (a) o se distinguían trozos de fruta donde sólo se aplicó la operación de cortado (b).

**Figura 50 – Diferentes aspectos de las mermeladas de fresa (a) y (b).**

El factor determinante en la consistencia fue el tratamiento previo aplicado a la fresa (únicamente cortadas o cortadas y trituradas). Los productos obtenidos, a los cuáles sólo se les aplicó la operación de cortado a la fresa, presentaban una estructura heterogénea, con

separación de fases y aunque cumplían las condiciones necesarias de pH, °Brix o color, se descartó este tipo de producto debido a esta consistencia. Los productos sometidos a operaciones de cortado y picado presentaban una estructura fluida y homogénea con perfecta formación del gel.

En función de los resultados obtenidos en los experimentos de optimización, se eligen como condiciones de elaboración de mermelada de fresa las siguientes:

- Cortado y triturado de la fresa previo a la cocción.
- Tiempo de cocción de la fresa: 20 minutos.
- Tiempo de cocción, tras la adición de la pectina y el azúcar: 10 minutos.

La formulación, tomando como base el peso total de la fresa es la siguiente:

- Concentración de azúcar: 40%
- Ácido Cítrico: 0,5%
- Pectina: 0,5% de alto metoxilo (Unipectine^{mt} MRS 150n Citrus) con un rango de esterificación de 66 – 70%.

(Rosenfeld y Ness 2000; Suutarinen y col. 2000; Sánchez 2004; Emaldi y col. 2006; Sesmero y col. 2007).

4.4.2. Elaboración de la mermelada de fresa

Las fresas convencionales y ecológicas descritas en el apartado 3.1.2 fueron seleccionadas manualmente eliminándose las frutas podridas o muy deterioradas. Después lavadas bajo chorro de agua y, posteriormente, escurridas. A continuación, las fresas fueron despojadas del cáliz mediante el cortado manual con cuchillos de acero inoxidable y pesadas obteniéndose en esta operación un rendimiento del 71%.

Posteriormente, los frutos fueron cortados en cubos de 1 x 1 cm en máquina cortadora para facilitar la operación siguiente de triturado. Esta operación se realiza en un equipo triturador con el objetivo de conseguir una buena homogeneización de toda la cantidad de fruta procesada.

A continuación, se realiza la cocción de la fruta durante 20 minutos en recipiente abierto con constante agitación a fin de impedir que la masa se pegue a la pared del

recipiente. Tras 5 minutos de cocción de la fruta, se añade el ácido cítrico para facilitar la extracción de la pectina de la misma y mantener el pH entre 2,8 – 3,5. Finalizado el tiempo de cocción, se añaden los ingredientes (pectina y azúcar), que son pesados y homogeneizados previamente, y el conjunto se somete a cocción durante 10 minutos.

La operación siguiente fue el llenado de los envases previamente esterilizados, mediante el empleo de jarras de vidrio, respetando el espacio libre superior (6-7% de su volumen total). Esta operación se debe llevar a cabo a temperatura superior a la de gelificación de la pectina empleada. En general, el llenado se realiza a temperatura superior a 85°C que es la temperatura crítica de gelificación de la pectina de velocidad rápida.

A continuación, se cierran herméticamente los envases para lo cual se emplean tapas metálicas con un sello circular de goma, previamente esterilizadas, que se enroscan parcialmente y se mantienen boca abajo para eliminar el aire durante unos segundos, tras esa operación se completa el cierre de los envases.

Posteriormente, al envasado y cerrado de los envases se realiza la pasteurización para lo cual se introducen las mermeladas en un equipo de pasteurización a 90°C. El tiempo necesario para que el producto alcance esta temperatura en el punto de menor calentamiento es de 60 minutos permaneciendo a esta temperatura durante 8 minutos (apartado 4.3.1.3).

El paso siguiente es el enfriamiento del producto mediante entrada de agua fría y salida de agua caliente. En esta operación son necesarios 80 minutos para que la mermelada alcance la temperatura de 20°C. Finalizada esta operación, el producto es almacenado a temperatura ambiente. El resumen de estas operaciones se recoge en las Figuras 51 y 52.



Selección manual



Lavado



Carga equipo de triturado



Cortado y cortado picado



Cocción de la fruta



Mezcla de ingredientes



Cocción con ingredientes



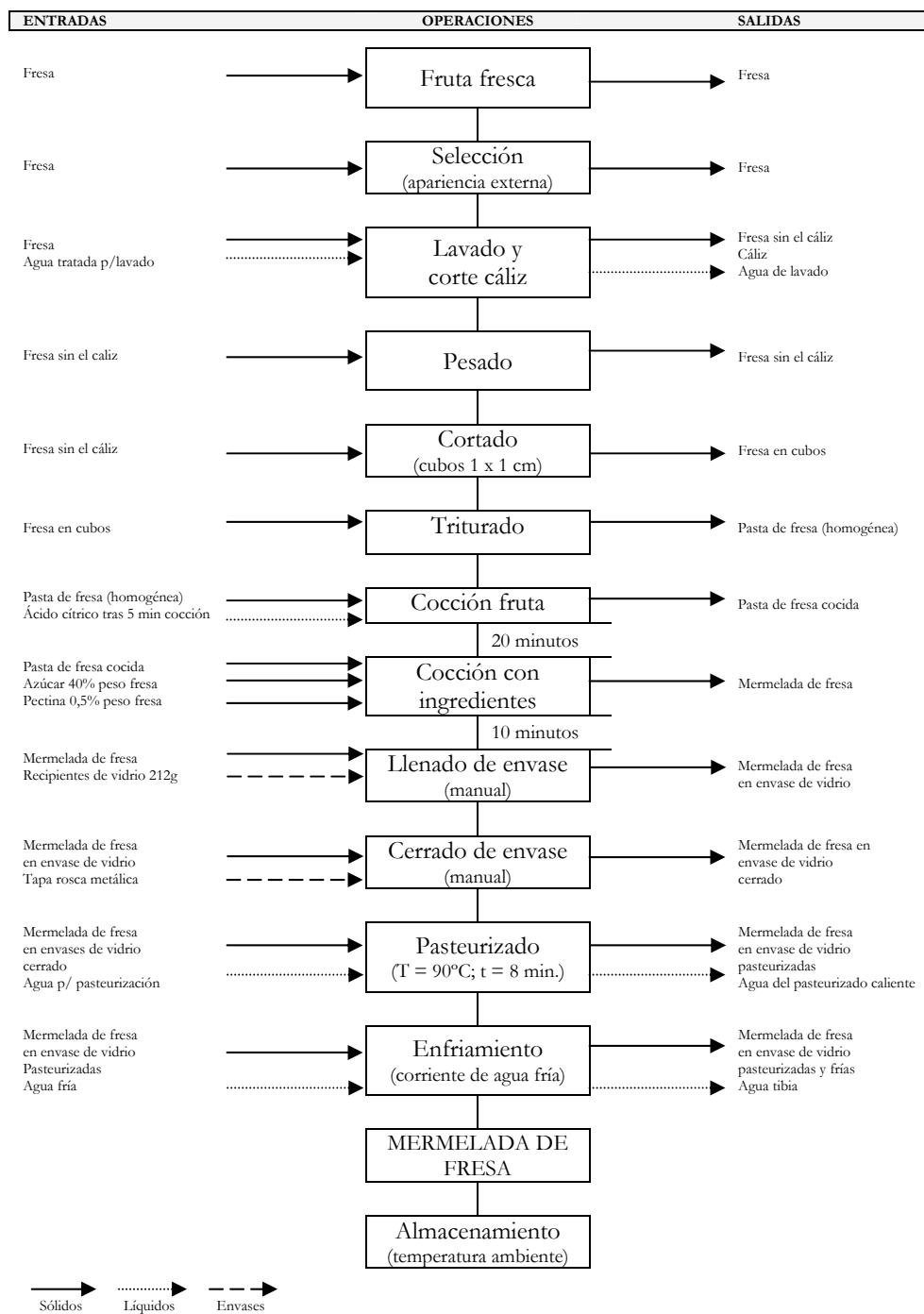
Operación de llenado



Interior del pasteurizador

Figura 51 – Operaciones en la elaboración de mermelada de fresa.

Figura 52 – Diagrama de flujo del proceso de elaboración de mermelada de fresa.



Siguiendo este esquema, se han aplicado 2 procesos de elaboración:

- Convencional: utilizando azúcar blanquilla comercial.
- Ecológico: utilizando azúcar obtenido por métodos ecológicos.

La combinación de las fresas obtenidas mediante los dos cultivos ecológico y convencional (apartado 3.1.2) y los dos procedimientos permite obtener los siguientes productos:

CC materia prima convencional – procedimiento de elaboración convencional.

CE materia prima convencional – procedimiento de elaboración ecológico.

EE materia prima ecológica – procedimiento de elaboración ecológico.

EC materia prima ecológica – procedimiento de elaboración convencional.

Para estudiar el posible efecto del tipo de cultivo y del método de elaboración se planteó un experimento factorial completamente aleatorizado con dos factores (cultivo y elaboración) con dos niveles (Tabla 37).

Tabla 37 – Factores y niveles utilizados en el proceso de elaboración de mermelada de fresa.

Factores		Niveles
A	Cultivo	1 – Ecológico
		2 – Convencional
B	Proceso de elaboración	1 – Azúcar ecológico
		2 – Azúcar convencional

Se han realizado 2 elaboraciones con 2 lotes distintos de fresa, recogidos en los meses de junio y julio de 2006. En la Tabla 38 se recogen las cantidades utilizadas para las elaboraciones de los diferentes tipos de mermelada.

Tabla 38 – Balance de masas y proporciones de los ingredientes para las elaboraciones de mermelada de fresa.

Producto	Fresa seleccionada (kg)	Mermas/cocción (kg)	Rendimiento fresa (%)	Azúcar (kg)	Pectina (g)	Ácido cítrico (mL)	Producto final (kg)
%	60	-	-	40	0,5	0,5	-
1ª elaboración							
CC	1,925	0,430	78,50	1,283	9,60	19,25	2,785
CE	2,000	0,445	76,83	1,330	10,0	20,00	2,635
EE	1,535	0,475	69,06	1,023	7,68	15,35	1,935
EC	1,520	0,460	69,74	1,013	7,60	15,20	2,050
2ª elaboración							
CC	2,040	0,400	80,40	1,360	10,20	20,40	2,655
CE	2,170	0,400	81,57	1,440	10,85	21,70	2,786
EE	1,630	0,440	73,01	1,086	8,15	16,30	1,990
EC	1,605	0,435	72,90	1,070	8,03	16,05	1,995

4.4.3 Análisis de la mermelada de fresa

Se han realizado las determinaciones analíticas de consistencia, sólidos solubles, fructosa, glucosa, sacarosa, acidez, pH, a_w , materia seca, cenizas, parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$), ácido cítrico, ácido oxálico, ácido málico, ácido ascórbico, fenoles totales y los elementos minerales (Na, K, Mg, Ca, Li, Fe, Mn, Cu y Zn).

En la Tabla 39 se recogen los valores medios de cada variable estudiada para cada tipo de mermelada de fresa (CC, CE, EE, EC) y su desviación típica, en los 2 muestreos realizados (30 y 60 días tras la elaboración) así como los valores de la materia prima utilizada en la elaboración de estos productos (fresa de origen convencional y ecológico).

Las mermeladas obtenidas se clasifican como mermelada extra siguiendo las especificaciones descritas en el Real Decreto 670/1990 (apartado 1.4.2).

Tabla 39 – Datos de las variables físico-químicas de la fresa de partida y de mermelada de fresa a los 30 y 60 días de elaboración (media+desviación estándar) y resultado del ANOVA de dos factores (materia prima y proceso de elaboración). Modelo completo y modelo aditivo.

Tiempo	Producto	Consistencia cm/30s	Sólidos Solubles (°Brix)	Fructosa ¹	Glucosa ¹	Sacarosa ¹	Acidez ²	pH	a_w	Materia Seca (%)
30 días	Fresa convencional	-	6,88±1,12	1,48±0,01	1,51±0,01	0,46±0,15	1,05±0,05	3,26±0,05	0,989±0,00	10,27±0,79
	CC	7,56±0,69	52,50±1,50	10,14±0,41	12,45±1,31	14,18±0,51	0,87±0,00	3,21±0,02	0,87±0,00	47,64±0,66
	CE	7,38±0,25	58,75±3,75	8,73±0,78	10,77±0,79	13,83±2,77	0,87±0,01	3,29±0,01	0,87±0,01	48,72±1,49
	Fresa ecológica	-	6,55±0,58	1,47±0,27	1,44±0,25	0,40±0,05	0,72±0,05	3,44±0,02	0,989±0,00	9,95±0,21
	EE	5,85±0,40	59,25±1,75	10,86±0,64	12,85±1,07	16,90±0,44	0,85±0,01	3,32±0,05	0,85±0,01	51,08±3,30
	EC	5,93±0,83	55,83±2,50	9,36±0,95	10,69±0,92	15,12±0,54	0,85±0,00	3,27±0,03	0,85±0,00	52,77±0,18
	ANOVA dos factores	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
	Mat. Prima Elaboración MP x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	ANOVA (aditivo)	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
60 días	CC	6,89±0,01	51,75±0,75	9,65±0,06	10,69±0,71	13,49±0,15	0,87±0,00	3,29±0,09	0,87±0,00	45,81±0,72
	CE	6,75±0,50	56,60±2,60	9,75±0,12	10,64±0,78	13,15±1,92	0,87±0,01	3,30±0,04	0,86±0,01	46,64±1,42
	EE	4,76±0,14	58,00±2,00	9,73±0,49	10,81±1,22	15,86±1,04	0,85±0,02	3,34±0,05	0,84±0,01	48,60±3,57
	EC	4,65±0,15	59,84±0,17	9,37±0,79	10,60±1,25	16,02±1,29	0,85±0,01	3,32±0,03	0,84±0,00	47,90±2,55
	ANOVA dos factores	***	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
	Mat. Prima Elaboración MP x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	ANOVA (aditivo)	***	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ g/100 g de muestra fresca; ² g de ácido cítrico/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 39 – (continuación) Datos de las variables físico-químicas de la fresa de partida y de mermelada de fresa a los 30 y 60 días de elaboración (media+desviación estándar) y resultado del ANOVA de dos factores (materia prima y proceso de elaboración). Modelo completo y modelo aditivo.

Tiempo	Producto	Cenizas ¹	L*	a*	b*	a*/b*	C*	H*	ΔE*
30 días	Fresa convencional	0,48±0,04	35,71±4,38	29,77±2,52	28,03±4,20	1,08±0,17	41,18±3,73	42,87±4,26	-
	CC	0,38±0,00	2,98±0,03	9,36±0,79	4,43±0,20	2,12±0,30	10,38±0,63	25,56±2,87	-
	CE	0,38±0,02	2,07±0,44	6,64±0,59	3,30±0,70	2,07±0,30	7,42±0,83	26,18±2,92	-
	Fresa ecológica	0,35±0,01	28,67±1,64	24,17±2,92	15,19±2,37	1,60±0,16	28,62±3,50	32,04±2,03	-
	EE	0,32±0,02	2,05±0,61	6,28±1,07	3,18±0,92	2,06±0,33	7,05±1,38	26,47±2,98	-
	EC	0,32±0,02	3,65±1,10	9,72±2,43	4,38±0,60	2,19±0,28	10,67±2,45	24,77±2,71	-
	ANOVA dos factores	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	Mat. Prima	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	MP x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
60 días	ANOVA (aditivo)	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	Mat. Prima	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	CC	0,30±0,01	3,11±0,31	7,78±0,04	5,59±1,17	1,54±0,47	9,80±0,88	35,08±5,25	1,96
	CE	0,33±0,00	3,03±0,22	8,73±0,90	4,82±0,40	1,84±0,07	9,98±0,99	28,99±0,48	2,76
	EE	0,29±0,01	2,48±0,21	7,00±0,62	3,82±0,26	1,83±0,07	7,97±0,66	28,70±0,48	1,05
	EC	0,28±0,01	2,49±0,24	7,38±0,70	3,95±0,32	1,87±0,04	8,37±0,77	28,22±0,34	2,65
	ANOVA dos factores	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	Mat. Prima	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
60 días	ANOVA (aditivo)	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	-
	Mat. Prima	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
	MP x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-

¹ g/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 39 – (continuación) Datos de las variables físico-químicas de la fresa de partida y de mermelada de fresa a los 30 y 60 días de elaboración (media+desviación estándar) y resultado del ANOVA de dos factores (materia prima y proceso de elaboración). Modelo completo y modelo aditivo.

Tiempo	Producto	Ácido Cítrico ¹	Ácido Oxálico ¹	Ácido Malico ¹	Ácido Ascórbico ¹	Fenoles Totales ²
30 días	Fresa convencional	796,75±20,20	112,30±15,42	196,25±48,85	72,12±6,10	2,79±0,25
	CC	801,82±44,44	86,52±2,02	173,45±10,87	12,21±1,56	30,61±3,03
	CE	904,25±22,22	83,85±1,38	165,65±2,26	13,41±5,10	35,06±6,96
	Fresa ecológica	641,60±88,23	161,53±7,22	124,90±4,67	90,26±14,40	2,68±0,19
	EE	716,70±66,66	128,32±2,06	93,02±12,69	16,22±0,55	33,72±7,30
	EC	716,70±30,82	129,62±1,73	98,50±12,47	15,68±5,78	35,35±4,10
	ANOVA dos factores	*	*	***	ns	ns
	Mat. Prima	ns	ns	ns	ns	ns
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns
	MP x E	ns	ns	ns	ns	ns
60 días	ANOVA (aditivo)	*	*	***	ns	ns
	Mat. Prima	ns	ns	ns	ns	ns
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns
	CC	689,10±46,49	77,95±16,77	149,55±14,55	9,94±2,08	30,60±5,73
	CE	833,07±110,84	82,65±11,78	154,15±12,68	8,39±0,13	33,39±3,94
	EE	704,25±23,43	123,42±29,76	83,25±25,00	18,45±9,76	34,06±5,23
	EC	539,40±85,91	109,52±32,01	73,67±7,94	12,58±2,99	37,60±5,59
	ANOVA dos factores	ns	ns	***	ns	ns
	Mat. Prima	ns	ns	ns	ns	ns
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns
	MP x E	ns	ns	ns	ns	ns
	ANOVA (aditivo)	ns	ns	***	ns	ns
	Mat. Prima	ns	ns	ns	ns	ns
	Elaboración	ns	ns	ns	ns	ns
	MP x E	ns	ns	ns	ns	ns

¹ mg/100 g de muestra fresca; ² mg de ácido tánico/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

Tabla 39 – (continuación) Datos de las variables físico-químicas de la fresa de partida y de mermelada de fresa a los 30 y 60 días de elaboración (media+desviación estándar) y resultado del ANOVA de dos factores (materia prima y proceso de elaboración). Modelo completo y modelo aditivo.

Producto	Na ¹	K ¹	Mg ¹	Ca ¹	Li ¹	Fe ¹	Mn ¹	Cu ¹	Zn ¹
Fresa convencional	1,65±0,25	157,85±3,37	12,06±0,68	18,37±0,92	0,01±0,00	0,30±0,02	0,20±0,01	0,03±0,00	0,07±0,00
CC	15,02±1,67	122,18±4,55	8,72±0,83	14,82±0,53	0,10±0,03	0,52±0,31	0,15±0,01	0,04±0,00	0,07±0,00
CE	15,33±2,36	113,31±3,83	10,16±0,56	18,98±0,71	0,13±0,03	0,87±0,38	0,18±0,02	0,05±0,01	0,08±0,01
Fresa ecológica	1,43±0,16	118,69±17,56	13,03±0,52	15,56±0,30	0,06±0,06	0,28±0,03	0,23±0,00	0,04±0,00	0,09±0,00
EE	16,67±1,05	94,15±4,20	10,61±0,49	15,84±1,15	0,11±0,01	0,77±0,19	0,19±0,02	0,08±0,02	0,08±0,01
EC	14,66±1,95	98,22±1,05	9,62±0,51	13,03±1,41	0,10±0,03	0,50±0,11	0,17±0,02	0,05±0,01	0,07±0,00
ANOVA dos factores	Mat. Prima Elaboración MP x E	ns ns ns	** ns ns	ns ns ns	ns ns ns	ns ns ns	ns ns ns	ns ns ns	ns ns ns
ANOVA (aditivo)	Mat. Prima Elaboración	ns ns	** ns	* ns	ns ns	ns ns	ns ns	ns ns	ns ns

¹ mg/100 g de muestra fresca; ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

4.4.3.1 Influencia del proceso de elaboración de mermelada de fresa sobre las características físico-químicas de la materia prima de partida

Para evaluar la influencia del procesado sobre las características de la materia prima de partida se ha realizado un test t-Student para muestras relacionadas entre los datos obtenidos en las muestras de fresa de partida y los obtenidos para las mermeladas elaboradas a partir de las mismas (CC y CE con fresa convencional y EE y EC con fresa ecológica). Los resultados se recogen en la Tabla 40.

Tabla 40 – Test t-student entre las variables físico-químicas evaluadas en la fresa y en mermelada de fresa recién elaborada.

Materia Prima Producto	Convencional		Ecológica	
	CC	CE	EE	EC
Sólidos solubles	***	***	***	***
Fructosa	***	***	***	***
Glucosa	***	***	***	***
Sacarosa	***	**	***	***
Acidez	ns	ns	**	**
pH	*	ns	**	***
a_{ap}	***	***	***	***
Materia Seca	***	***	***	***
Cenizas	**	**	ns	ns
L*	***	***	***	***
a*	***	***	***	***
b*	***	***	***	***
a*/b*	***	***	**	**
C*	***	***	***	***
H*	***	***	**	*
Acido Oxálico	ns	ns	*	**
Acido Málico	ns	ns	**	**
Acido Cítrico	ns	*	**	ns
Acido Ascórbico	***	**	**	*
Fenoles Totales	***	**	**	***
Na	***	**	***	***
K	**	*	ns	ns
Mg	***	*	*	**
Ca	ns	ns	ns	ns
Li	*	**	ns	ns
Fe	ns	ns	ns	ns
Mn	***	*	**	**
Cu	*	*	*	*
Zn	ns	ns	ns	ns

ns = no significativo; (*) p≤0,05; (**) p≤0,01; (***) p≤0,001.

En la Tabla 40 se observa que el proceso de elaboración no influye en ningún caso en la concentración de Ca, Fe y Zn. Para el resto de las variables analizadas se observa que,

en uno o más de los productos obtenidos, el procesado modifica dichas características de forma significativa. A continuación, se describen los efectos del procesado sobre cada una de las variables estudiadas.

En cuanto a los sólidos solubles y los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa se observan diferencias significativas entre la fresa de partida y los productos elaborados. Para la elaboración de la mermelada se ha añadido un 40% de sacarosa calculado, en relación al peso de la fruta, y ácido cítrico. Además del lógico incremento en el contenido de sacarosa, la adición de dicho ácido (para promover la formación del gel) junto con el efecto de la temperatura favorecen la hidrólisis de la sacarosa con el consiguiente incremento de dichos azúcares en los productos elaborados (Tabla 39).

La acidez de las mermeladas elaboradas con materia prima ecológica (EE y EC) se diferencia significativamente de la acidez de la fruta en fresco. Como antes se ha mencionado, se ha añadido ácido cítrico a las conservas para la formación de gel y actuar como agente conservante. En las conservas CC y CE esa adición no resulta significativa tal vez debido a la mayor acidez que presentaba la materia prima convencional (un 22%) (Tabla 39).

A excepción de la mermelada CE, el valor de pH que presentaban las fresas, tanto ecológicas como convencionales, se diferencia significativamente del que presentan las mermeladas obtenidas (EE, CC y EC). Se observa así una ligera disminución del pH en la conserva frente al producto fresco, que puede ser debida nuevamente a la adición del ácido cítrico (Tabla 39).

La a_w de las cuatro mermeladas presenta diferencias significativas respecto a las fresas de partida observándose una disminución en todos los casos cumpliendo así uno de los objetivos de este tipo de procesado que es la reducción del agua disponible existente en la fruta fresca (Tabla 39) (Alzamora y col., 2004).

Tras la elaboración de la mermelada de fresa, la materia seca de las materias primas de partida, tanto convencional como ecológica, experimenta un claro incremento (78 y

80%, respectivamente). Este incremento es lógico debido a la concentración de la fresa en el tratamiento de cocción y a la adición del azúcar.

En cuanto a los parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$) se observa que todos sufren una disminución tras la elaboración. Los valores de a^* , b^* y la relación a^*/b^* se mantienen positivos indicando la presencia del color rojo. La luminosidad presenta valores que indican poco brillo y la cromaticidad indica baja saturación de color. El tono también disminuye pero sus valores se mantienen situando en la zona correspondiente al color rojo (Tabla 39).

En cuanto a los ácidos orgánicos a excepción del ácido cítrico, que sufre un incremento lógico debido a la adición del mismo, en los cuatro tipos de mermelada, se observa una disminución en el contenido de los demás ácidos lo cual ratifica lo establecido por otros autores como Hall y Pither (1994), Potter y Hotchkiss (1999) y Gimeno (2000) que indican que de los constituyentes presentes en el alimento los ácidos son los más susceptibles al tratamiento térmico.

En cuanto al ácido ascórbico se observa una disminución de más del 80% en los cuatro tipos de mermeladas (Tabla 39). Estos resultados coinciden con los reportados por Viberg y col. (1997) que en un estudio con mermelada de grosella negra, en el que emplean cuatro temperaturas distintas de cocción, encuentran igualmente reducciones en la concentración del ácido ascórbico.

El contenido en fenoles totales está influenciado de forma significativa por el proceso de elaboración observándose un elevado incremento en los cuatro tipos de mermelada (Tabla 39). Estos resultados difieren de los que presentan Kim y Padillazakour (2004), pues, al comparar el contenido en fenoles totales en cereza y frambuesa en fresco y tras su elaboración en mermelada, observan una disminución en la fracción fenólica. Por su parte, coinciden con los resultados obtenidos por Rababah y col. (2005) ya que al comparar el contenido en fenoles en fresas frescas y tras su elaboración en puré observan un incremento importante e incluso indican el mismo comportamiento en frutos como el melocotón y la manzana.

El hecho de que se haya producido un aumento en la fracción fenólica puede ser debido a la interferencia que puede haber producido la presencia de azúcar en el producto, como indica Prior y col. (2005).

El contenido en cenizas sufre una disminución tras el procesado de la fresa (Tabla 39) y en cuanto a los elementos minerales, se observa, tras la elaboración de la mermelada de fresa, incrementos en el contenido del Na, Li y Cu y disminución del contenido de K, Mg y Mn (Tabla 39).

4.4.3.2 Influencia de la materia prima (convencional/ecológica) y del procedimiento de elaboración (convencional/ecológico) sobre las características físico-químicas de la mermelada de fresa

En la Tabla 39 se recogen los resultados del ANOVA de dos factores (materia prima y proceso de elaboración) con interacción, a los 30 y 60 días de elaboración de la mermelada de fresa. Como se refleja en dicha tabla ninguna interacción es significativa.

En función de estos resultados se plantea el modelo aditivo del ANOVA de dos factores (materia prima y proceso de elaboración) para reducir las fuentes de variación del análisis. Los resultados se recogen igualmente en la Tabla 39, a los 30 y 60 días de almacenamiento.

En el ANEXO E se presentan las tablas del análisis de la varianza del modelo completo así como las tablas del análisis de la varianza empleando el modelo aditivo.

En la Tabla 39 se observa que, aunque se aplique el modelo aditivo, el factor materia prima únicamente afecta significativamente a las variables consistencia, acidez, a_w , cenizas y el ácido málico para ambos muestreos. El factor procedimiento de elaboración no afecta a ninguna de las variables estudiadas.

En la Figura 53 se presenta el diagrama de dispersión de los valores de consistencia a los 30 y 60 días diferenciadas según el tipo de cultivo. Se puede observar, en el caso de los productos elaborados con fruta de origen ecológico, que los valores en la medida de la

consistencia son claramente más bajos que en los productos elaborados con fruta de origen convencional, por lo que estas muestras son más fluidas. Además, se observa que los valores máximos de consistencia en el cultivo ecológico no se solapan con los valores mínimos de consistencia del cultivo convencional. Igualmente se observa que existe una disminución en la fluidez a los 60 días de almacenamiento (Tabla 39).

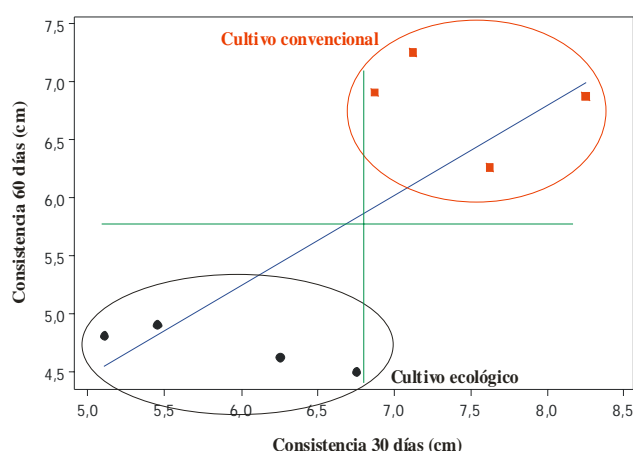


Figura 53 – Diagrama de dispersión de las medidas de consistencia en las mermeladas de fresa a los 30 y 60 días

Kmiecik y col. (2001), en un estudio sobre los efectos de agentes edulcorantes en mermeladas elaboradas de variadas frutas, encuentran que durante la elaboración y tras 6 meses de almacenamiento el contenido de ácidos y pectina disminuye considerablemente aunque no se verifiquen cambios en la consistencia.

Emaldi y col. (2006), en un estudio sobre el aprovechamiento del fruto del cardón dato (var. roja y blanca) para la elaboración de mermelada, tras medir la consistencia a través del consistómetro de Bostwick, no encuentran variación en este parámetro en los cuatros muestreos realizados (0 a 3 meses).

Alvarez y col. (2006), al estudiar la aplicación de diferentes modelos reológicos en seis tipos de mermeladas a cinco temperaturas distintas, indican, que el índice de consistencia tiende a disminuir al incrementarse la temperatura.

El contenido en sólidos solubles, no presenta diferencias en función de la materia prima ni del proceso de elaboración en las cuatros conservas elaboradas. Los valores obtenidos están dentro del rango que determina la normativa que es del 40 a 60% (Tabla 39) (Real Decreto 670/1990). Estos valores coinciden con los que presentan Dervisi y col. (2001) para mermelada de fresa.

En un estudio realizado con ocho muestras de mermeladas de fresa comerciales el rango obtenido se sitúa entre 49 y 58 °Brix (<http://revista.consumer.es/web/es/19990701/actualidad/analisis2/>). En otro estudio, más reciente, donde se analizan cinco mermeladas de fresa comerciales el rango se sitúa entre 42 y 49,6 °Brix, por debajo del que había sido determinado siete años antes (<http://revista.consumer.es/web/es/20061001/actualidad/analisis1/>).

Los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa (g/100 g de muestra fresca), se encuentran entre 8,73 y 10,86, 10,60 y 12,85 y 13,15 y 16,90, respectivamente (Tabla 39). En el análisis a los 60 días, se observa una estabilización en la concentración de fructosa y glucosa en las cuatro conservas.

Estos valores se encuentran dentro del rango indicado en un estudio realizado con cinco mermeladas de fresa comerciales. (<http://revista.consumer.es/web/es/20061001/actualidad/analisis1/>) y en otro estudio similar, realizado con ocho mermeladas de fresa comerciales (http://revista.consumer.es/web/es/_19990701/actualidad/analisis2/).

En cuanto a la acidez, que presenta diferencias significativas en función de la materia prima a los 30 y 60 días, las conservas con materia prima de origen convencional presentan un mayor valor (0,87) que las conservas con materia prima de origen ecológico (0,85) (Tabla 39). Esta diferencia puede ser debida a que la materia prima de origen convencional en fresco también presentaba un valor de acidez superior a la materia prima ecológica.

El pH en las cuatros conservas de mermelada de fresa se encuentra en el rango comprendido entre 3,27 y 3,34, que es el adecuado para que ocurra la gelificación (apartado 1.4.2) (Tabla 39).

La a_w , presenta diferencias significativas en función de la materia prima utilizada. Se observa que las conservas elaboradas con materia prima de origen convencional presentan valores ligeramente más altos (0,02 unidades) (Tabla 39).

La materia seca en las conservas EE y EC se presenta en el rango entre 47,90 y 52,77% y en las conservas CC y CE entre 45,81 y 48,72% (Tabla 39).

Los valores obtenidos en los parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$) en los diferentes productos son muy próximos; no existiendo diferencias en la materia prima y en la elaboración en ninguna de las variables, salvo en la luminosidad medida a los 60 días que es ligeramente más alta para las conservas elaboradas con materia prima convencional (Tabla 39).

Los valores de la relación a^*/b^* disminuyen a los 60 días pero permanecen positivos indicando la presencia del color rojo. La diferencia de color (ΔE^*) indica menores pérdidas en las conservas EE y CC (Tabla 39).

García-Viguera y col. (1999) y Wicklund y col. (2005), en un estudio con mermelada de fresa elaborada a partir de diferentes cultivares y almacenada en diferentes temperaturas en presencia/ausencia de luz, indican valores de L^* más bajos y valores de a^* , b^* y C^* (color rojo oscuro) más altos cuando eran almacenados a temperaturas mas bajas.

El ácido cítrico en las conservas elaboradas se encuentra en el rango comprendido entre 539,40 y 904,25 mg/100 g de muestra fresca. Se observa una disminución de la concentración a los 60 días en las cuatro conservas (Tabla 39).

En cuanto al ácido oxálico, el rango esta comprendido entre 77,95 y 129,62 mg/100 g de muestra fresca. Al igual que el ácido cítrico también se observa una disminución a los 60 días (Tabla 39).

El ácido málico presenta un rango comprendido entre 73,67 y 98,50 mg/100 g de muestra fresca, en las muestras con materia prima ecológica y entre 149,55 y 173,45 mg/100 g de muestra fresca en las muestras con materia prima convencional (Tabla 39).

En la Figura 54 se presenta el diagrama de dispersión de los valores del ácido málico a los 30 y 60 días, diferenciados según el tipo de cultivo, en el cual se refleja que los valores de los productos elaborados con fruta de origen ecológico son más bajos que en los productos elaborados con fruta de origen convencional.

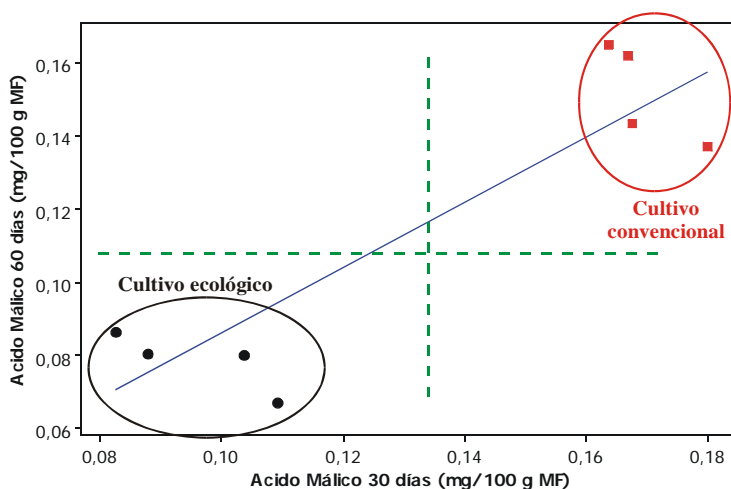


Figura 54 – Diagrama de dispersión de las medidas del ácido málico en las mermeladas de fresa a los 30 y 60 días

En cuanto al ácido ascórbico, el rango está comprendido entre 8,39 y 18,45 mg/100 g de muestra fresca. Se observa que, en general, se produce una ligera disminución en la concentración de este compuesto a los 60 días (Tabla 39).

Kmiciek y col. (2001), encuentran importantes pérdidas en el contenido de vitamina C en todos los tipos de mermelada estudiadas a lo largo de 6 meses de almacenamiento.

Los compuestos fenólicos en las conservas elaboradas sitúan en el rango comprendido entre 30,60 y 37,60 mg de ácido tánico/100 g de muestra fresca, encontrándose diferencias en función de la materia prima utilizada (convencional o ecológica) (Tabla 39).

En cuanto a los elementos minerales (Tabla 39) únicamente el K sufre influencia del tipo de cultivo siendo las mermeladas elaboradas con materia prima convencional las que presentan los mayores contenidos de este mineral, debido a que la fresa de partida convencional presentaba los valores más elevados.

V. CONCLUSIONES

KIWI

- ▶ El tipo de cultivo (convencional, ecológico e integrado) ejerce influencia sobre la mayoría de las características físico-químicas evaluadas en kiwi.
- ▶ Los kiwis procedentes del cultivo convencional presentan las mayores concentraciones de sólidos solubles, azúcares, vitamina C, K, Mg, Fe, Zn y Mn y las menores concentraciones de ácido málico, ácido oxálico y cenizas.
- ▶ Los kiwis procedentes del cultivo ecológico presentan las mayores concentraciones de ácido cítrico y ácido quínico.
- ▶ Los kiwis procedentes del cultivo integrado presentan características intermedias a las que presentan los procedentes de los otros dos sistemas de cultivo.
- ▶ A lo largo del tiempo de almacenamiento en cámara, los kiwis procedentes de los tres sistemas de cultivo sufren una disminución de la dureza, de los azúcares y de los ácidos málico y oxálico y un incremento moderado de los ácidos cítrico y quínico y de la vitamina C.

FRESA

- ▶ El tipo de cultivo (convencional y ecológico) ejerce influencia sobre las características físico-químicas evaluadas en fresa.
- ▶ Las fresas procedentes del cultivo convencional presentan las mayores concentraciones de sólidos solubles, materia seca, parámetros de color CIE ($L^*a^*b^*$), ácidos cítrico y málico, cenizas, Na, K, Ca y Fe.
- ▶ Las fresas procedentes del cultivo ecológico presentan las mayores concentraciones de vitamina C y Li.
- ▶ En función del muestreo realizado se observan diferencias en el contenido de azúcares, ácido cítrico, cenizas y K.

KIWI EN ALMÍBAR

- Para elaborar kiwi en almíbar se recomienda realizar el pelado manual, cortar en rodajas, utilizar almíbar denso (24 °Brix) (con azúcar convencional en el caso de procedimiento convencional y azúcar ecológico en el caso de procedimiento ecológico) y una pasteurización a 90°C durante 15 minutos, tras el envasado.
- El proceso de elaboración del kiwi en almíbar provoca una modificación, de la práctica totalidad, de las características físico-químicas del kiwi de partida.
- Las diferencias encontradas entre los productos de kiwi en almíbar elaborados son debidas fundamentalmente a la materia prima de partida (convencional e ecológica).
- A lo largo del tiempo de almacenamiento, se producen cambios significativos en las características físico-químicas del kiwi en almíbar.

MERMELADA DE FRESA

- Para elaborar mermelada de fresa se recomienda el cortado y triturado de la fruta, la cocción de la misma durante 20 minutos, la adición de 40% de azúcar (convencional en el caso de procedimiento convencional y ecológico en el caso de procedimiento ecológico), 0,5% de pectina, 0,5% de ácido cítrico, la cocción de la mezcla durante 10 minutos y la pasteurización durante 8 minutos tras el envasado.
- El proceso de elaboración de mermelada de fresa provoca una modificación, de las características físico-químicas de la fresa de partida.
- El procedimiento de elaboración (convencional y ecológico) no influye en las características de la mermelada de fresa.
- La materia prima utilizada (convencional y ecológica) sólo influye en la consistencia y en el contenido de ácido málico de las mermeladas; siendo las mermeladas elaboradas con fresa ecológica las que presentan una menor fluidez y menor concentración de ácido málico.

BIBLIOGRAFÍA

Abdala, A.; Gerasopoulos, D. y Stavroulakis, G. (1996). Effects of harvest maturity and storage on ripening and membrane permeability of Hayward kiwifruit. *Advanced Horticulture of Science*, 10: 3-7.

ACS (American Chemical Society) (1980). Subcommittee in environmental analytical chemistry. Guidelines for data acquisition and data and data quality evaluation in environmental chemistry. *Analytical Chemistry*, 52: 2242-2249.

Aleixandre Benavent, J. L. (1977). *Conservación de alimentos*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Almenar, E.; Hernández-Muñoz, P.; Lagarón, J. M.; Catalá, R. y Gavara, R. (2006). Controlled atmosphere storage of will strawberry fruit (*Fragaria vesca* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 86-91.

Alsina Grau, L. (1970). *Cultivo de fresa y fresas*. Editorial Sintet, S.A., Palma de Mallorca.

Alvarez, E.; Cancela, M. A. y Maceiras, R. (2006). Effect of temperature on rheological properties of different jams. *International Journal of Food Properties*, 9: 135-146.

Alzamora, S. M.; Guerrero, S. M.; Nieto, A. B. y Viales, S. L. (2004). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas: Manual de capacitación*. D. J. Mejía L. ed. AGST, AGS, FAO. <http://www.fao.org/docrep/008/y5771s/y5771s00.htm#Contents>.

Angiosperm Phylogeny Group (2003). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141: 399-436.

Ansorena Artieda, D. (2000). Frutas y frutos secos. En: *Alimentos: composición y propiedades*. I. Astiasarán Anchía y J. A. Martínez Hernández (eds.). McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U., Madrid.

Antunes, M. D. C. y Sfakiotakis, E. M. (2002). Chilling induced ethylene biosynthesis in 'Hayward' kiwifruit following storage. *Science Horticultural*, 92: 29-39.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2002). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th Edition, Current Through Revision # 1. Gaithersburg, USA.

Arazuri, S.; Jarén, C. y Arana, J. I. (2005). Selection of the temperature in the sugar content determination of kiwi fruit. *International Journal of Infrared and Millimeter Waves*, 26(4): 607-616.

Artigas J. M., Gil, J. C. y Felipe, A. (1985). El espacio uniforme de color CIELAB: Utilización. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 25(3): 316-320.

Asami, D. K.; Hong, Y. J.; Barrett, D. M. y Mitchell, A. E. (2003). Comparison of the phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 1237-1241.

Avilla, J. (2000). La producción integrada en Europa. *Fruticultura Profesional*, 122: 7-9. Especial Producción Integrada II.

- Azeredo, H. M. C. (2004).** *Fundamentos de estabilidade de alimentos*. 1ª ed., Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, v. 1.
- Baggiolini, M. (1998).** Historique: 50 ans de souvenir. En: *Integrated production in Europe 20 years after the declaration of Ovronnaz*. **E. F. Boller; J. Avilla; J. P. Gendrier; E. Jörg y C. Malavolta** (eds.), Bulletin OILB srop, Vol. 21(1), Dijon, France.
- Barboni, T. y Chiaramonth, N. (2006).** Use of deconvolution methods for the analysis os sugars in kiwi juice by HPLC. *Chromatographia*, 63(9/10): 445-448.
- Bascuñana, M. (1989).** *Cultivo de la actinidia – kiwi*. Editorial Aedos, S.A., Barcelona.
- Beirão-da-Costa, S.; Steiner, A.; Correia, L.; Empis, J. y Moldão-Martins, M. (2006).** Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit. *Journal of Food Engineering*, 76: 616-625.
- Bell, C. y Kyriakides, A. (2000).** *Clostridium botulinum: a practical approach to the organism and its control in foods*. Blackwell Science Ltd, London.
- Bianchi, P. (1986).** *El cultivo moderno del fresa*. Editorial De Vecchi, S.A., Barcelona.
- Bianchini, F.; Corbetta, F. y Pistoia, M. (1974).** *Frutos de la tierra: atlas de las plantas alimenticias*. Editorial AEDOS, Barcelona.
- Bliss, F.A. (1994).** The genus actinidia. En: *Kiwifruit growing and handling*. **J. K. Hasey; R. S. Johnson; J. A. Grant; W. O. Reil** (ed.), ANR Publications University California, California.
- Board, P.W. (1989).** *Control de calidad en la elaboración de frutas y hortalizas*. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, Italia.
- Boller, E. F. (1998).** Introduction. En: *Integrated production in Europe 20 years after the declaration of Ovronnaz*. **E. F. Boller; J. Avilla; J. P. Gendrier; E. Jörg y C. Malavolta** (eds.), Bulletin OILB srop, Vol. 21(1), Dijon, France.
- Boller, E. F. (2005).** 50th anniversary of IOBC. A historical review. *10th General Assembly of IOBCnprs*, 20 de September, Dijon, France.
- Boller, E. F.; Avilla, J.; Gendrier, J. P.; Jörg, E. y Malavolta, C. (1998).** Integrated plant protection in the context of sustainable agriculture. En: *Integrated production in Europe 20 years after the declaration of Ovronnaz*. **E. F. Boller; J. Avilla; J. P. Gendrier; E. Jörg y C. Malavolta** (eds.), Bulletin OILB srop, Vol. 21(1), Dijon, France.
- Branzanti, E. C. (1989).** *La fresa*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Broomfield, R. W. (1997).** Elaboración de confituras, jaleas, flavorizantes y frutas secas. En: *Procesado de frutas*. **D. Arthey y P. R. Ashurst** (eds.). Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- Brown, K. L. (1994).** Principios de la conservación mediante calor. En: *Procesado térmico y envasado de los alimentos*. **J. A. G. Rees y J. Bettison** (eds). Editorial Acribia, Zaragoza.
- Bunkova, R. Marova, I.; Pokorna, Z. y Lojek, A. (2005).** Analysis of plant extracts antimutagenicity using the ames test and the cytogenetic analysis of peripheral blood lymphocytes. *Food Science and Technology International*, 11(2): 107-112.

- Burrows, G. (1997).** Producción de frutas térmicamente procesadas y de frutas congeladas. En: *Procesado de frutas*. D. Arthey y P. R. Ashurst (eds.). Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- CAE (Código Alimentario Español) (2006).** Legislación alimentaria: código alimentario español y disposiciones complementarias. *Frutas y derivados*. 7ª ed. P. Deleuze Isasi. Editorial Tecnos, Madrid.
- Campo, G.; Berregi, I.; Caracena, R. y Santos, J. I. (2006).** Quantitative analysis of malic and citric in fruit juices using proton nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 556: 462-568.
- Candela Delgado, M. y Astiasarán Anchía, I. (2000).** Alimentos cocinados. En: *Alimentos: composición y propiedades*. I. Astiasarán Anchía y J. A. Martínez Hernández (eds.). McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U., Madrid.
- Cano, M. P. (1991).** HPLC separation of chlorophyll and carotenoid pigment of four kiwi fruit cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39: 1786-1791.
- Cano, M. P. y Marín, M. A. (1992).** Pigment composition and color of frozen and canned kiwi fruit slices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 2141-2146.
- Carvalho, A. V. y Lima, L. C. O. (2002).** Qualidade de kiwi minimamente processado e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(5): 679-685.
- Casp Vanaclocha, A. y Abril Requena, J. (1999).** *Procesos de conservación de alimentos*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Cassano, A. y Drioli, E. (2007).** Concentration of clarified kiwifruit juice by osmotic distillation. *Journal of Food Engineering*, 79: 1397-1404.
- Castaldo, D.; Lo Voi, A.; Trifirò, A. y Gherardi, S. (1992).** Composition of italian kiwi (*Actinidia chinensis*) puree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 594-598.
- Cheah, L. H. y Irving, D. E. (1997).** Kiwifruit. En: *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits*. S. K. Mitra (ed). CAB international, London, UK.
- Childers, N. F.; Morris, J. R. y Sibbett, G. S. (1995).** *Modern fruit science: orchard and small fruit culture*. 10ª ed., Horticultural publication, Florida. Cap 17: Edible nuts, other tree fruits, p. 318-362 y Cap 21: Strawberry growing, p. 506-535.
- Clark, C. J.; Drummond, L. N. y MacFall, J. S. (1998).** Quantitative NMR imaging of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during growth and ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78: 349-358.
- Codex alimentarius (1981).** Norma para compotas (conservas de frutas) y jaleas. CODEX STAN 79-1981.
- Cohn, R. y Cohn, A. L. (1997).** Subproductos del procesado de las frutas. En: *Procesado de frutas*. D. Arthey y P. R. Ashurst (eds.). Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- Cordenunsi, B. R.; Nascimento, J. R. O.; Genovese, M. I. y Lajolo, F. M. (2002).** Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 2581-2586.

- Coronado Trinidad, M. y Hilario Rosales, R. (2001).** Elaboración de mermeladas. En: *Procesamiento de alimentos para pequeñas y micro empresas agroindustriales*. Unión Europea, CIED, EDAC, CEPACO. Lima, Perú.
- Costa, G.; Noferini, M.; Fiori, G. y Miserocchi, O. (2002).** La determinazione degli indici di raccolta e di qualità dei frutti di actinidia. *Frutticoltura*, 9: 20-23.
- Cotter, R. L.; MaCrae, E. A.; Ferguson, A. R.; McMath, K. L. y Brennan, C.J. (1991).** A comparison of the ripening, storage and sensory qualities of seven cultivars of kiwifruit. *Journal of Horticultural Science*, 66(3): 291-300.
- Crisosto, C. H. y Crisosto, G. M. (2001).** Understanding consumer acceptance of early harvested 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 22: 205-213.
- Crisosto, C. H.; Mitcham, E. J. y Kader, A. A. (2002).** *Kiwi: recomendaciones para mantener la calidad postcosecha*. University of California, Davis. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Kiwi.shtml> (2006/11/15).
- Cronquist, A. (1981).** *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York.
- Decreto 68/2004 de 11 de marzo.** Producción integrada y su indicación en los productos agrarios. DOG 01/04/2004, núm. 64.
- Dervisi, P.; Lamb, J. y Zabetakis, I. (2001).** High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and colour properties. *Food Chemistry*, 73: 85-91.
- Emaldi, U.; Nassar, J. M. y Semprum, C. (2006).** Pulpa del fruto del cardón dato (*Stenocereus griseus*, Cactaceae) como materia prima para la elaboración de mermelada. *ALAN*, 56(1): 83-89.
- Emond, S. P. (2004).** Procesado térmico continuo. En: *Tecnologías térmicas para el procesamiento de alimentos*. P. Richardson (ed.), Editorial Acribia, S.A. Zaragoza.
- Escriche, I.; Garcia-Pinchi, R.; Carot, J. M. y Serra, J. M. (2002).** Comparison of must and sucrose as osmotic solutions to obtain high quality minimally processed kiwi fruit (*Actinidia chinensis* P.) slices. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 87-95.
- Esti, M.; Messina, M. C.; Bertocchi, P.; Sinesio, F.; Moneta, E.; Nicotra, A.; Fantechi, P. y Palleschi, G. (1998).** Chemical compounds and sensory assessment of kiwifruit (*Actinidia chinensis* (Planch.) var. *chinensis*): electrochemical and multivariate analyses. *Food Chemistry*, 61(3): 293-300.
- Famiani, F.; Cultrera, N. G. M.; Battistelli, A.; Casulli, V.; Proietti, P.; Standardi, A.; Chen, Z. H.; Leegood, R. C. y Walker, R. P. (2005).** Phosphoenolpyruvate carboxykinase and its potential role in the catabolism of organic acids in the flesh of soft fruit during ripening. *Journal of Experimental Botany*, 56(421): 2959-2969.
- FAO (1981).** Norma del Codex para cóctel de frutas en conserva. (Codex STAN 78-1981). http://www.codexalimentarius.net/download/standards/247/CXS_079_e.pdf
- FAO (1997).** Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas. <http://www.fao.org/docrep/x5029s/x5029s00.htm>.

- FAO (2006).** *Principales productores de alimentos y productos básicos agrícolas*. <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?lang=es&item=592&year=2005>, (2006/11/ 11).
- FAO/WHO (2003).** *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, Geneva, WHO Technical Report Series 916.
- Farran, A.; Zamora, R. y Cervera, P. (2004).** Tabla de composición de alimentos del CESNID. Editorial Universitat de Barcelona, S.A.U., Barcelona.
- Fellows, P.J. (1988).** *Food processing technology: principles and practice*. Ellis Horwood Ltd., New York.
- Ferguson, A. R. (1990).** Kiwifruit management. En: *Small fruit crop management*. G. J. Galletta y D. C. Himelrick (ed.), Prentice Hall, New Jersey. p. 472 – 503.
- Ferguson, A. R. (1997).** Kiwifruit (Chinese gooseberry). En: *The brooks and olmo register of fruit and nut varieties*. 3rd ed. ASHS Press, Alexandria VA. p. 319-323.
- Ferguson, A. R.; Seal, A. G.; McNeilage, M.A.; Fraser, L. G.; Harvey, C. F. y Beatson, R. A. (1996).** Kiwifruit. En: *Fruit breeding: Vine and small fruits crops*. J. Janick y J. N. Moore (ed.). John Wiley & Sons, Inc., New York, Vol. 2, Cap. 5, p. 371 – 417.
- Ferguson, A.R. (2007).** The need for characterisation and evaluation of germplasm: kiwifruit as an example. *Euphytica*, 154: 371-382.
- Ferguson, L. R.; Philpott, M. y Karunasinghe, N. (2004).** Dietary cancer and prevention using antimutagens. *Toxicology*, 198: 147-159.
- Fisk, C. L.; McDaniel, M. R.; Strik, B. C. y Zhao, Y. (2006).** Physicochemical, sensory, and nutritive qualities of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* ‘Ananasnaya’) as affected by harvest maturity and storage. *Journal of Food Science*, 71(3): S204-S210.
- Galletta, G. J. y Bringham, R. S. (1990).** Strawberry management. En: *Small fruit crop management*. G. J. Galletta y D. C. Himelrick (ed.), Prentice Hall, New Jersey. p. 83 – 156.
- Galletta, G. J.; Maas, J. L.; Enns, J. M.; Draper, A. D. y Swartz, H. J. (1995).** ‘Mohawk’ strawberry. *Horticultural Science*. 30: 631-634.
- García-García, M. C. (2004).** Agricultura ecológica: consideraciones varias, estadísticas y diferenciación con otros sistemas de mejora da calidad. En: *La protección fitosanitaria en agricultura ecológica*. I. M. Cuadrado-Gómez y M. C. García-García (eds.). Fundación para Investigación Agraria en la Provincia de Almería (FIAPA), Almería. p. 9 – 33.
- García-Martínez, M. y Bañados, F. (2004).** El impacto de la legislación comunitaria en las exportaciones chilenas de productos ecológicos. En: *Agricultura ecológica y alimentación: análisis y funcionamiento de la cadena comercial de productos ecológicos*. J. Briz (coord.). Fundación Alfonso Martín Escudero (FUNDAME), Madrid: p. 261-275.
- García-Viguera, C.; Zafrilla, P.; Romero, F.; Abellan, P.; Artes, F. y Tomas, B. F. (1999).** Colour stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. *Journal of Food Science*, 64: 243-247.
- Garriz, P. I. y Bilder, E. A. (2000).** La producción integrada en Argentina y otros países latinoamericanos. *Fruticultura Profesional*, 122: 2-28. Especial Producción Integrada II.

- Garza Garza, S. (1998).** Caracterización reológica y microbiológica, y cinéticas de deterioro en cremogenado de melocotón. *Tesis Doctoral*. Universitat de Lleida.
- Gerschenson, L. N.; Rojas, A. M. y Marangoni, A. G. (2001).** Effects of processing on kiwi fruit dynamic rheological behaviour and tissue structure. *Food Research International*, 34: 1-6.
- Giannakourou, M. C. y Taoukis, P. S. (2003).** Kinetic modeling of vitamin C in frozen green vegetables under variable storage conditions. *Food Chemistry*, 83: 33-41.
- Gierschner, K. (2000).** Fabricación de conservas: conservas de frutas y hortalizas. En: *Tecnología de la fabricación de conservas*. **H. Sielaff (coord.)**. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- Gil Salaya, G. F. (2000).** *Fruticultura: el potencial productivo, crecimiento vegetativo y diseño de buertos y viñedo*. 3ª ed. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Gil Salaya, G. F. (2004).** *Fruticultura: madurez de la fruta y manejo poscosecha: frutas de climas templado y subtropical y uva y vino*. 2ª ed. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Gimeno Hernández, O. (2000).** Edulcorantes naturales y derivados. En: *Alimentos: composición y propiedades*. **I. Astiasarán Anchía y J. A. Martínez Hernández (eds.)**. McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U., Madrid.
- Gökmen, V.; Kahraman, N.; Demir, N. y Acar, J. (2000).** Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. *Journal of Chromatography A*, 881: 309-316.
- González-Rodríguez, M. V. (1991).** Estudio de la calidad del kiwi gallego. *Tesis Doctoral*. Universidad de Santiago de Compostela.
- González-Rodríguez, M. V.; Lage-Yusty, M. A. y Paseiro-Lousada, P. (1992).** Mineral elements changes in the developing kiwifruit grown in Galicia. *Anales de Bromatología*, 44(4): 217-221.
- González-Rodríguez, M. V.; Lage-Yusty, M. A. y Paseiro-Lousada, P. (1993).** Changes in physico-chemical characteristics between fruit-set and harvest of kiwifruit grown in Galicia (northwestern Spain). *Journal of Food Composition and Analysis*, 6(3): 278-284.
- Gregory, J. F. (2000).** Vitaminas. En: *Química de los alimentos*. 2ª ed. **O. R. Fenema (director)**. Editorial Acribia S.A., Zaragoza. Cap. 8.
- Guldas, M. (2003).** Peeling and the physical and chemical properties of kiwi fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 27 (4) 271-284.
- Guo, C.; Yang, J.; Wei, J.; Li, Y.; Xu, J. y Jiang, Y. (2003).** Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23: 1719-1726.
- Gutiérrez Pulido, H. y Vara Salazar, R. de la (2003).** *Análisis y diseño de experimentos*. Mac Graw-Hill, México.

- Haard, N. F. y Chism, W. G. (2000).** Características de los tejidos vegetales comestibles. En: *Química de los alimentos*. 2ª ed. **O. R. Fenema (director)**. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza. Cap. 16.
- Hall, M. N. y Pither, R. J. (1994).** Influencia de la conservación por el calor sobre la calidad del producto. En: *Procesado térmico y envasado de los alimentos*. **J. A. G. Rees y J. Bettison (eds)**. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza. Cap. 9.
- Hallett, I.; MacRae, E. y Wegrzyn, T. F. (1992).** Changes in the kiwi fruit cell wall ultrastructure and cell packing during postharvest ripening. *International Journal of Plant Science*, 153(1): 49-60.
- Hancock, J. F.; Scott, D. H. y Lawrence, F. J. (1996).** Strawberries. En: *Fruit breeding: Vine and small fruits crops*. **J. Janick y J. N. Moore (ed.)**. John Wiley & Sons, Inc., New York, Vol 2, Cap. 6, p. 419 – 470.
- Hernández-Briz Vilanova, F. (1993).** *Conservas caseras de alimentos*. 2ª ed., Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Herrero, A. y Guardia, J. (1992).** *Conservación de frutos – manual técnico*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Herson, A. C. y Hulland, E. D. (1985).** *Conservas alimenticias: procesado térmico y microbiología*. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- Hidalgo Moya, J. R. (2002).** Entra en vigor la nueva norma nacional de producción integrada. http://www.consumaseguridad.com/web/es/normativa_legal/2002/12/09/4371.php. (2006/10/03).
- Holcroft, D. M. y Kader, A. A. (1999).** Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 17: 19-32.
- Holdsworth, S. D. (1987).** *Conservación de frutas y hortalizas*. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- Hong, Y. J.; Barret, D. M. y Mitchell, A. E. (2004).** Liquid chromatography/ mass spectrometry investigation of the impact of thermal processing and storage on peach procyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 2366-2371.
- <http://frutas.consumer.es/documentos/tropicales/kiwi/intro.php>. (2006/01/28).
- <http://revista.consumer.es/web/es/19990701/actualidad/analisis2/>. (2007/02/25).
- <http://revista.consumer.es/web/es/20061001/actualidad/analisis1/>. (2007/02/25).
- <http://www.5aldia.com/> (2007/04/26).
- http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp. (2006/09/16).
- <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/fruitveg2.htm>. (2006/09/14).
- <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/24439-es.html>. (2006/09/14).
- http://www.infoagro.com/calidad/prod_integrada/p_i_nuevos_mercados.asp (2006/09/25).

<http://www.infoagro.com/conservas/microorganismos3.asp> (2005/01/21)

<http://www.kiwifruit.org> (2006/09/21).

<http://www.mdrgf.org/31agrintegre.html>. (2006/10/07).

http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl. (2006/09/13).

<http://www.rense.com/general60/nationalflouridedatabase.htm> (2006/09/14).

Ibarz Ribas, A. y Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). *Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Imeh, U. y Khokhar, S. (2002). Distribution of conjugated and free phenols in fruits: antioxidante activity and cultivar variations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6301-6306.

Jaeger, S. R. y Harker, F. R. (2005). Consumer evaluation of novel kiwifruit: willingness-to-pay. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 2519-2526.

Johnson, D. M.; Hanson, C. A. y Thomson, P. H. (1992). *Kiwifruit handbook*. Bonsall Publications, California.

Joyce, D. (2003). *Poda y desarrollo de las plantas*. Editorial BLUME, Barcelona.

Kafkas, E.; Koşar, M.; Paydaş, S.; Kafkas, S. y Başer, K. H. C. (2007). Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chemistry*, 100: 1229-1236.

Kallio, H.; Hakala, M.; Pelkkikangas, A. M. y Lapveteläinen, A. (2000). Sugars and acids of strawberry varieties. *European Food Research and Technology*, 212(1): 81-85.

Kammerer, D. R.; Schillmöller, S.; Maier, O.; Schieber, A. y Carle, R. (2007). Colour stability of canned strawberries using black carrot and elderberry juice concentrates as natural colourants. *European Food Research and Technology*, 224: 667-679.

Kim, D. O. y Padillazakour, O. I. (2004). Jam processing effects on phenolics and antioxidant capacity in anthocyanin-rich fruits: cherry, plum and raspberry. *Journal of Food Science*, 69: 395-400.

Kmiecik, W.; Lisiewska, Z. y Jaworska, G. (2001). Effects of aronia berry honey syrup used for sweetening jams on their quality. *Nahrung Food*, 45: 273-279.

Koen, J. (1999). *El mundo de las frutas*. E. I. Archipiélago S. A., Tenerife.

Kuehl, R. O. (2001). *Diseños de experimentos: principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones*. 2ª ed. Thomson Learning, México.

Kvesitadze, G. I.; Kalandiya, A. G.; Papunidze, S. G. y Vanidze, M. R. (2001). Identification and quantification of ascorbic acid in kiwi fruit by high-performance liquid chromatography. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 37(2): 215-218.

Lara Porras, A. M. (2001). *Diseño estadístico de experimentos, análisis de la varianza y temas relacionados: Tratamiento informativo mediante SPSS*. 2ª ed. Proyecto Sur, Granada.

Le Guillou, G. y Scharpé, A. (2001). *La agricultura ecológica: Guía sobre la normativa comunitaria*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.

- Lenth, R. V. (1989).** Quick and easy analysis of unreplicated factorials. *Technometrics*, 31: 469-473.
- Leong, L. P. y Shui, G. (2002).** An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry*, 76: 69-75.
- Liang, C. F. y Ferguson, A. R. (1986).** The botanical nomenclature of the kiwifruit and related taxa. *New Zeland Journal of Botanical*, 24: 183-184.
- Lo Voi, A.; Trifirò, A.; Gherardi S.; Impembo, M. y Castaldo, D. (1992).** Sulla composizione del kiwi italiano: varietà non Hayward. *Industria Conserve*, 67: 324-328.
- López Aranda, J. M. (2001).** Fresa. En: *La horticultura española*. F. Nuez, y G. Llácer (coord.), Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Córdoba, p. 166 – 170.
- Lucas, R.; Grande, M. J.; Abriouel, H.; Maqueda, M.; Ben Omar, N.; Valdivia, E.; Martínez-Cañamero, M. y Gálvez, A. (2006).** Application of the broad-spectrum bacteriocin enterocin AS-48 to inhibit *Bacillus coagulans* in canned fruit and vegetables foods. *Food and Chemical Toxicology*, 44: 1774-1781.
- Ludikhuyze, L.; Van Loey, A.; Idrawati y Hendrickx, M. (2004).** Tratamiento combinado térmico-alta presión de alimentos. En: *Tecnologías térmicas para el procesado de alimentos*. P. Richardson (ed.), Editorial Acribia, S.A., Zaragoza. Cap. 14.
- Määttä-Riihinen, K. R.; Kamal-Eldin, A. y Törrönen, A. R. (2004).** Identification and quantification of phenolic compounds in berries of *Fragaria* and *Rubus* species (Family Rosaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 6178-6187.
- Malavolta, C.; Avilla, J.; Boller, E. F.; Gendrier, J. P. y Jörg, E. (1998).** Integrate production, environmental policy and market trends in 1997: The role of IOBC? En: *Integrated production in Europe 20 years after the declaration of Ovronnaz*. E. F. Boller; J. Avilla; J. P. Gendrier; E. Jörg y C. Malavolta (eds.), Bulletin OILB srop, Vol. 21(1), Dijon, France.
- MAPA (2004a).** *Anuario de estadística agroalimentaria 2004. Superficies y producciones de cultivos*. Cap. 11 y Cap. 14. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/Anu_04/indice.asp. (2006/09/ 10).
- MAPA (2004b).** *La alimentación en España, 2003*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid. Cap. 3.
- MAPA (2004c).** *Hechos y cifras de la agricultura, la pesca y la alimentación en España. Producción integrada*. Cap. 20. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. <http://www.mapa.es/ministerio/pags/hechoscifras/espanol/pdf/20.pdf>. (2006/ 09/19).
- MAPA (2005a).** Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. *Autoridades y organismos de control de agricultura ecológica en España*. <http://www.mapa.es/alimentacion/pags/ecologica/pdf/autoridades.pdf>.
- MAPA (2005b).** Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/memoria/apya_2005_04_285.pdf. (2006/05/ 02).

MAPA (2006a). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. *Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos del año 2005 – Resultados*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid.

MAPA (2006b). *Estadísticas 2006. Agricultura ecológica*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. <http://www.mapa.es/alimentacion/pags/ecologica/pdf/2006.pdf> (2007/04/26).

Marani, C. M.; Agnelli, M. E. y Mascheroni, R. H. (2007). Osmo-frozen fruits: mass transfer and quality evaluation. *Journal of Food Engineering*, 79: 1122-1130.

Marcos-Sanz, E. (2003). El control y la certificación en agricultura ecológica. En: *Fundamentos de la agricultura ecológica: realidad actual y perspectivas*. J. Heras; C. Fabeiro y R. Meco (coords.). Editorial Universidad de Castilla–La Mancha, Cuenca. p. 317-327.

Marín Rodríguez, J. (2004). *Portagrano 2004: vademécum de variedades botícolas*. Editorial El Ejido, Almería.

Maroto Borrego, J. V. y López Galarza, S. (1988). *Producción de fresas y fresones*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Mataix Verdu, J.; García Diz, L.; Mañas Almendros, M.; Martínez de Victoria, E. y Llopis González, J. (2003). Composición en nutrientes de los alimentos: frutas. En: *Tablas de composición de alimentos*. J. Mataix Verdu (ed.), 4ª ed., Editorial Universidad de Granada, Granada.

Mendonça, C. R.; Zambiazzi, R. y Granada, G. G. y col. (2001). Partial substitution of sugars by the low-calorie sweetener sucralose in peach compote. *Journal of Food Science*, 66: 1195-1200.

Miller, D. D. (2000). Minerales. En: *Química de los alimentos*. O. R. Fenema (director). 2ª ed., Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. Cap. 9.

Minetti, A. C. (2002). *Marketing de alimentos ecológicos*. Ed. Pirámide, Madrid.

Mitcham, E. J.; Crisosto, C. H. y Kader, A. A. (2002). *Fresa (frutilla): recomendaciones para mantener la calidad postcosecha*. University of California, Davis. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Fresa.shtml>.

Mitchell, F.G. (1994). Composition, maturity, and quality. En: *Kiwifruit growing and handling*. J. K. Hasey; R. S. Johnson; J. A. Grant; W. O. Reil (ed.), ANR Publications University California, California.

Molina-Casino, M. A. y Pérez-Sarmentero, J. (2004). La agricultura ecológica en España. En: *Agricultura ecológica y alimentación: análisis y funcionamiento de la cadena comercial de productos ecológicos*. J. Briz (coord.). Fundación Alfonso Martín Escudero (FUNDAME), Madrid. p. 7-71.

Mondragón-Portocarrero, A. C. (2006). Evaluación de parámetros físico-químicos en grelo (*Brassica rapa*, L.) tras la optimización y aplicación del proceso de congelación. *Tesis Doctoral*. Universidad de Santiago de Compostela.

- Montefiori, M.; McGhie, K.; Costa, G. y Ferguson, A. R. (2005).** Pigments in the fruit of red-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis* y *Actinidia deliciosa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 9526-9530.
- Moore, J. N. (1988).** Cosecha mecanizada. En: *Métodos genotécnicos en frutales*. J. N. Moore y J. Janick (ed.), A.G.T. Editor, S.A., México, DF. Cap 19 p. 443-475.
- Moreiras, O.; Carbajal, A.; Cabrera, L. y Cuadrado, C. (2006).** *Tablas de composición de alimentos*. Ediciones Pirámide, Madrid.
- Morley-Bunker, M. y Lyford, P. (1999).** Kiwifruit. En: *Temperate and subtropical fruit production*. D.I. Jackson y N. E. Looney (ed.), 2ª ed., CABI Publishing, London, Cap. 16, p. 241-247.
- Nabors, M. N. (2006).** *Introducción a la botánica*. Pearson Educación, S.A., Madrid. Cap. 16, Clasificación, p. 393-418. Cap. 23, Angiospermas: plantas con flores, p. 545-569.
- Navarro, J. (2001).** *Guía de las plantas cultivadas: identificación y cultivo*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Newell, G. J. y MacFarlane, J. D. (1987).** Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. *Journal of Food Science*, 52(6): 1721-1725.
- Nishiyama, I.; Yamashita, Y.; Yamanaka, M.; Shimohashi, A.; Fukuda, T. y Oota, T. (2004).** Varietal difference in vitamin C contents in the fruit of kiwifruit and other species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 5472-5475.
- Nunes, M. C. N.; Brecht, J. K.; Morais, A. M. M. B. y Sargent, S. A. (2006).** Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 180-190.
- Oboh, G. (2005).** Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *Lebensmittel-Wissenschaft und – Technologie*, 38: 513-517.
- Okuse, I. y Ryugo, K. (1981).** Compositional changes in the developing ‘Hayward’ kiwi fruit in California. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106(1): 73-76.
- Olsson, M. E.; Ekvall, J.; Gustavsson, K. E.; Nilsson, J.; Pillai, D.; Sjöholm, I.; Svensson, U.; Åkesson, B. y Nyman, M. G. L. (2004).** Antioxidants, low molecular weight carbohydrates, and total antioxidant capacity in strawberries (*Fragaria x ananassa*): effects of cultivar, ripening, and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 2490-2498.
- Orden de 12 de febrero de 1987** por la que se modifica la de 21 de noviembre de 1984, que aprueba las normas de calidad para las conservas vegetales. BOE 20/02/1987, núm. 44.
- Orden de 21 de noviembre de 1984** de la Presidencia del Gobierno, que aprueba la Norma de calidad para las conservas vegetales. BOE 30/11/1984, núm. 287 a 289 rect. BOE 10 y 12 de enero de 1985, núm. 9 y 11.

Orden de 21 junio de 2005 de la Conselleria de Política Agroalimentaria y Desarrollo Rural que aprueba el Reglamento técnico específico de producción integrada de kiwi. DOG 29/06/2005, núm. 124.

Orden de 30 de mayo de 2005 Productos Agrarios. Desarrolla el Decreto 68/2004, de 11/03/2004 (LG 2004/122), que regula la producción integrada y su indicación en los productos agrarios. DOG 20/06/2005, núm. 117.

Orden de 4 de octubre de 1989 por la que se aprueba el texto del Reglamento de la Denominación Genérica «Agricultura Ecológica» y su Consejo Regulador. BOE 05/10/1989, núm. 239; rect. BOE 11/11/1989, núm. 271.

Pardo Merino, A. y Ruiz Díaz, M. A. (2002). *SPSS 11: Guía para el análisis de datos*. Mac Graw-Hill, España.

Paterson, V. J.; MacRae, E. A. y Young, H. (1991). Relationships between sensory properties and chemical composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 57: 35-251.

Peña, D. (2005). *Fundamentos de estadística*. Alianza, Madrid.

Perez Afonso, J. L. (1979). *Cultivo de fresas*. Publicaciones de Extensión Agraria, Madrid.

Pérez, A. G.; Olías, R.; Espada, J.; Olías, J. M. y Sanz, C. (1997). Rapid determination of sugars, nonvolatile acids, and ascorbic acids in strawberry and other fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 3545-3549.

Petersen, M. A. (1993). Influence of sous vide processing, steaming and boiling on vitamin retention and sensory quality in brócoli florets. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung*, 197: 375-380.

Poitout, S. (1998). L'OILB/SROP et la production intégrée. En: *Integrated production in Europe 20 years after the declaration of Ovonnaz*. **E. F. Boller; J. Avilla; J. P. Gendrier; E. Jörg y C. Malavolta** (eds.), Bulletin OILB srop Vol. 21 (1), Dijon, France.

Potter, N. N. y Hotchkiss, J. H. (1999). *Ciencia de los alimentos*. 5ª ed. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.

Prior, R. L.; Wu, X. y Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in food and dietary supplements. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 53: 4290-2302.

Quinn, G. P. y Keough, M. J. (2004). *Experimental design and data analysis for biologists*. University Press Cambridge, United Kingdom.

Quinza Guerrero, E. (1973). *La maduración acelerada de los frutos*. Extensión Agraria, Madrid, Serie Técnica nº 50.

Rababah, T.M.; Khalh, I. E. y Howard, L. (2005). Effect of ascorbic acid and dehydration on concentrations of total phenolics, antioxidant capacity, antocyanins, and color in fruits. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 53: 4444-4447.

Ranganna, S. (1977). *Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products*. 2ª ed. McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.

Rao, M. A. (1986). Rheological properties of fluid food. En: *Engineering properties of foods*. M. A. Rao y S. S. H. Rizvi (ed.), Marcel Dekker, New York.

Rassan, M. y Laing, W. (2005). Variation in ascorbic acid and oxalate levels in the fruit of *Actinidia chinensis* tissues and genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6): 2322-2326.

Rauch, G. H. (1980). *Fabricación de mermeladas*. 2ª ed. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.

Real Decreto 1201/2002 de 20 de noviembre por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas. BOE 30/11/2002, núm. 287.

Real Decreto 1472/1989. Gamas de cantidades nominales y de capacidades nominales para determinados productos envasados. BOE 12/12/1989, núm. 297.

Real Decreto 1614/2005, de 30 diciembre. Productos agroalimentarios. Modifica el Real Decreto 1852/1993, de 22/10/1993, sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. BOE 03/01/2006, núm. 2.

Real Decreto 1852/1993 de 22 de octubre por el que se regula la producción agrícola ecológica e indicación de la misma en los productos agrarios y alimentarios. BOE 26/11/1993, núm. 283.

Real Decreto 2420/1978. Conservas. Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y venta de las conservas vegetales. BOE 12/10/1978, núm. 244, pág. 23702; rect. BOE 8/11/1978, núm. 267.

Real Decreto 670/1990. Conservas. Normas de calidad para confituras, jaleas y marmalade de frutas, crema de castaña y mermelada de fruta. BOE 31/05/1990, núm. 130; rect. BOE 18/09/1990, núm. 224.

Real Decreto 759/1988 de 15 de julio en el que se incluyen los productos agroalimentarios obtenidos sin el empleo de productos químicos de síntesis en el régimen de Denominaciones de Origen, Genéricas y Específicas establecido por Ley 25/70, de 2 de diciembre. BOE 21/07/1988, núm. 174.

Rees, J. A. G (1994). Introducción. En: *Procesado térmico y envasado de los alimentos*. J. A. G. Rees y J. Bettison (eds). Editorial Acribia, S.A., Zaragoza. Cap. 1.

Reglamento CE 1535/2003 de la Comisión, de 29 de agosto de 2003 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento CE 2201/1996 del Consejo en lo relativo al régimen de ayuda en el sector de los productos transformados a base de frutas y hortalizas. DOL 30/08/2003, núm. 218.

Reglamento CE 1673/2004 de la Comisión, de 24 de septiembre de 2004 por el que se establece la norma de comercialización aplicable a los kiwis. DOL 25/09/2004, núm. 300.

Reglamento CE 1804/1999 del Consejo, de 19 de julio de 1999 completa, para incluir la producción animal, el Reglamento CEE 2092/91, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. DOL 24/08/1999, núm. 222.

Reglamento CE 1935/1995 del Consejo, de 22 de junio de 1995 modifica el Reglamento CEE 2092/1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. DOL 05/08/1995, núm. 186.

Reglamento CE 1991/2006 del Consejo, de 21 de diciembre de 2006, por el que modifica el Reglamento (CEE) 2092/1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. DOL 30/12/2006, núm. 411.

Reglamento CE 392/2004 del Consejo, de 24 de febrero modifica el Reglamento (CEE) 2092/1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. DOL 03/03/2004, núm. 65.

Reglamento CE 843/2002 de la Comisión, de 21 de mayo de 2002, por el que se establecen las normas de comercialización de las fresas y se modifica el Reglamento (CEE) 899/87. DOL de 22/05/2002, núm. 134.

Reglamento CEE 2092/1991 del Consejo, de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios alimentarios. DOL 22/07/1991, núm. 198.

Reglamento CEE 558/1993 de la Comisión de 10 de marzo de 1993 relativo al método refractométrico para la determinación del residuo seco soluble en los productos transformados a base de frutas y hortalizas. DOL 11/03/1993, núm. 58.

Ribeiro, C.; Vicente, A. A.; Teixeira, J. A. Miranda, C. (2007). Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology and Technology*, 44: 63-70.

Ribó Herrero, M. (2004). Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agrosistemas hortícolas con manejo integrado ecológico. *Tesis Doctoral*. Universitat de València.

Rinallo, C. y Mori, B. (2000). Oxalate and ascorbic acid in kiwifruit during growth and storage. *Italian Journal of Food Science*, 12(4): 435-441.

Río Bouzas, C. del. (1979). *Kivi, el fruto del futuro: posibilidades de cultivo en Galicia*. Diputación Provincial de Pontevedra.

Robertson, G. L. (1985). Changes in the chlorophyll and pheophytin concentrations kiwifruit during processing and storage. *Food Chemistry*, 17(1): 25-32.

Robertson, G. y Swinburne, D. (1981). Changes in chlorophyll and pectin after storage and canning of kiwifruit. *Journal of Food Science*, 46(5): 1557-1562.

Rocculi, P.; Romani, S.; Rosa, M. D. y Tonizzo, A. (2003). Evoluzione di parametri chimico-fisici di kiwifruit “ready to eat” in differenti atmosfere. *Industrie Alimentari*, 42: 479-486.

Rosenfeld, H. J. y Ness, A. (2000). Prediction of sensory quality os strawberry jam by jeans of sensory quality attributes of fresh fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1895-1902.

Rumm-Kreuter, D. y Demmel, I. (1990). Comparisson of vitamin losses in vegetibles due to various cooking methods. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 36: S7-S15.

Rush, E.; Ferguson, L. R.; Cumin, M.; Thakur, V.; Karunasinghe, N. y Plank, L. (2006). Kiwifruit consumption reduces DNA fragility: a randomized controlled pilot study in volunteers. *Nutrition Research*, 26: 197-201.

- Salinero Corral, M. C. (2001).** Kiwi. En: *La horticultura española*. F. Nuez, y G. Llácer (coord.), Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Córdoba, p. 313 – 319.
- Sánchez Pineda de las Infantas, M. T. (2004).** *Procesos de conservación poscosecha de productos vegetales*. Ediciones A. Madrid Vicente, Madrid.
- Santos Casal, E. (2003).** Evolución del contenido de azúcares de la patata a lo largo del tiempo en diferentes condiciones de almacenamiento. Proyecto Fin de Carrera de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Universidad de Santiago de Compostela.
- Scalzo, J.; Politi, A.; Pellegrini, N.; Mezzetti, B. y Battino, M. (2005).** Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, 21: 207-213.
- Schoefs, B. (2002).** Chlorophyll and carotenoid análisis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 13: 361-371.
- Schwartz M., M.; Núñez K., H. y Muñoz A., A. M. (1999).** Efecto de la temperatura de concentración de pulpa de kiwi sobre el color, clorofila y ácido ascórbico. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 49(1): 44-48.
- Schwartz, S. J. y Von Elbe, J. H. (1983).** Kinetics of chlrophyll degradation to pyropheophytin in vegetables. *Journal of Food Science*, 48(4): 1303-1306.
- Senser, F. y Scherz, H. (ed.) (1999).** *El pequeño "Souci-Fachmann-Kraut": tabla de composición de alimentos*. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- Serra Bonvehi, J.; Escola Jorda, R. y Adillon Jaen, J. (1997).** The ripening process of kiwifruits (*Actinidia deliciosa*) grown in Catalonia, Spain. *Journal of Food Quality*, 20: 371-380.
- Sesmero, R.; Quesada, M. A. y Mercado, J. A. (2007).** Antisense inhibition of pectate lyase gene expression in strawberry fruit: characteristics of fruits processed into jam. *Journal of Food Engineering*, 79: 194-199.
- Sielaff, H. (2000).** Principales fundamentos tecnológicos. En: *Tecnología de la fabricación de conservas*. H. Sielaff (coord.). Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- Sielaff, H. y Schleusener, H. (2000).** Cinética de la destrucción de microorganismos, inactivación de enzimas y alteraciones por efecto del calor. En: *Tecnología de la fabricación de conservas*. H. Sielaff (coord.). Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- Simal Lozano, J.; López Hernández, J. y Vázquez Odériz, M.L. (1986).** Contribución al estudio sobre el Pimiento de Padrón. II – Determinación de humedad. *Técnicas de Laboratorio*, 132: 449-452.
- Simal, S.; Femenia, A.; Cárcel, J. A. y Rosselló, C. (2005).** Mathematical modelling of the drying curves of kiwi fruits: influence of the ripening stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 425-432.
- Singleton, V. L. y Rossi, J. A. (1965).** Colorimetry of total phenolics and phosphomolybdic-phosphotungstic and reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Singleton, V; L.; Orthofer, R. y Lamuela-Raventós, R. M. (1999).** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods. *Enzimology*, 299: 152-178.

- Skupién, K. y Oszmiański, J. (2004).** Comparison of six cultivars of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch) grown in northwest Poland. *European Food Research and Technology*, 219: 66-70.
- Slinkard, K. y Singleton, V. L. (1977).** Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28: 49-55.
- Sotelo, A.; Contreras, E.; Sousa, H. y Hernández, V. (1998).** Nutrient composition and toxic factor content of four wild species of mexican potato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 1355-1358.
- Souci, S. W.; Fachmann, W. y Kraut, H. (2000).** *Food composition and nutrition tables*. 6^a ed. Medpharm Scientific Publishers, Germany.
- Soufleros, E. H.; Pissa, I.; Petridis, D.; Lygerakis, M.; Mermelas, K.; Boukouvalas, G. y Tsimitakis, E. (2001).** Instrumental analysis of volatile and other compounds of Greek kiwi wine; sensory evaluation and optimisation of its composition. *Food Chemistry*, 75: 487-500.
- Southgate, D. (1992).** *Conservación de frutas y hortalizas*. 3^a ed., Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.
- Stec, M. G. H.; Hodgson, J. A.; MacRae, E. A. y Triggs, C. M. (1989).** Role of fruit firmness in the sensory evaluation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv Hayward). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47: 417-433.
- Stevenson, D. G.; Johnson, S. R.; Jane, J. y Inglett, G. E. (2006).** Chemical and physical properties of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) starch. *Starch/Stärke*, 58: 323-329.
- Sturm, K.; Koron, D. y Stampar, F. (2003).** The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. *Food Chemistry*, 83: 417-422.
- Stushnoff, C. y Quamme, H. A. (1988).** Adaptación a condiciones específicas de clima y suelo. En: *Métodos genotécnicos en frutales*. J. N. Moore y J. Janick (ed.), A.G.T. Editor, S. A., Mexico, DF. Cap 16 p. 357 – 365.
- Suutarinen, J.; Honkapää, K.; Heiniö, R. L.; Autio, K. y Morkkila, M. (2000).** The effect of different prefreezing treatments on the structure of strawberries before and after jam making. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 33: 188-201.
- Talens, P.; Escriche, I.; Martínez-Navarrete, N. y Chiralt, A. (2003).** Influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of kiwi fruit. *Food Research International*, 36: 635-642.
- Taylor, R. B. (1997).** Introducción al procesamiento de frutas. En: *Procesado de frutas*. D. Arthey y P. R. Ashurst (eds.). Editorial Acribia, S.A., Zaragoza. Cap. 1.
- Thiele, G. (1999).** Berry fruit. En: *Temperate and subtropical fruit production*. D.I. Jackson y N. E. Looney (ed.), 2^a ed., CABI Publishing, London, UK, Cap. 14, p. 209 – 227.
- Thompson, A. K. (1998).** *Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables*. CAB International, London.

- Torre, C. (2001).** Los productos ecológicos. En: *XVII Curso de especialización FEDNA: Las producciones ecológicas*. Agribands Europe España. <http://www.etsia.upm.es/capitulos/2001CAPXVII.Pdf>, (2005/04/08).
- Tucker, G. S. (2004).** Validación de los procesos térmicos. En: *Tecnologías térmicas para el procesamiento de alimentos*. **P. Richardson (ed.)**, Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. Cap. 5.
- UNAL (Universidad Nacional de Colombia), (2005).** Curso de procesamiento y conservación de frutas. <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/index.html>, (03/03/2005).
- Vaclavik, V. A. (2002).** *Fundamentos de ciencia de los alimentos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza.
- Van Gorsel, H.; Li, G.; Kerbel, E. L.; Smits, M. y Kader, A. A. (1992).** Compositional characterization of prune juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 784-789.
- Vásquez-Oderiz, M. L.; Vásquez-Blanco, M. E.; López-Hernández, J.; Simal-Lozano, J.; y Romero-Rodríguez, M. A. (1994).** Determination of organic acids and vitamin C in green beans by HPLC with simultaneous detection of two UV wavelengths. *Journal of AOAC International*, 77: 1056-1059.
- Verdier Martín, M. (1987).** *Cultivo del fresón en climas templados*. Ediciones Agrarias, S.A., Madrid.
- Viberg, U.; Ekström, M. G.; Fredlund, K.; Öste, R. E. y Sjöholm, I. (1997).** A study some important vitamins and antioxidants in a blackcurrant jam with low sugar content and without additives. *International Journal of food Sciences and Nutrition*, 48: 57-66.
- Vicente, A. R.; Martínez, G. A.; Chaves, A. R. y Civello, P. M. (2006).** Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 40: 116-122.
- Wang, H. Cao, G. y Prior, R. L. col. (1996).** Total antioxidant activity of fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 701-705.
- Wang, S. Y. y Camp, M. J. (2000).** Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 85: 183-189.
- Wang, S. Y.; Zheng, W. y Galletta, G. J. (2002).** Cultural system affects fruit quality and antioxidant capacity in strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6534-6542.
- Wicklund, T.; Rosenfeld, H. J.; Martinsen, B. K.; Sundfor, M. W.; Lea, P.; Bruun, T.; Blomhof, R. y Haffner, K. (2005).** Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *L.W.T-Food Science and Technology*, 38: 387-391.
- Willer, H. y Yussefi, M. (eds.). (2007).** *The world of organic agriculture: Statistics and emerging trends 2007*. 9th ed. International Federation of Organics Agriculture Movements (IFOAM), Bonn (Germany) & Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick (Switzerland).
- Wills, R.; McGlasson, B.; Graham, D. y Joyce, D. (1988).** *Postharvest. An introduction to the physiology y handling or fruit, vegetables y ornamentals*. 4^a ed. UNSW Press y CAB International, Australia.

Youssef, J. y Bergamini, A. (1980). *L'actinidia (Kivi-Yang Tao) e la sua coltivazione*. Editorial Edagricole, Bologna.

Yúfera, E. P. (1998). *Química de los alimentos*. Editorial Síntesis, S. A. Madrid.

Zafrilla, P.; Ferreres, F. y Tomás-Barberán, F. A. (2001). Effect of processing and storage on the antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoids of red raspberry (*Rubus idaeus*) jams. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 3651-3655.

Zuccherelli, G. y Zuccherelli, G. (1990). *La Actinidia (kivi)*. Editorial Mundi Prens, Madrid.

ANEXOS

ANEXO A

Análisis de varianza – kiwi

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: test F (Fisher-Snedecor); S: significación; MF: muestra fresca.

Variable dependiente: Peso (g)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	190,0	95,0	0,82	0,442
Error	12	692,5	57,7		
Tiempo	5	4003,0	800,6	6,95	0,000
Cultivo*Tiempo	10	3629,1	362,9	3,15	0,002
Error	60	7599,4	126,7		
Total	89	16114,0			

Variable dependiente: Longitud (cm)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	0,5269	0,2634	2,11	0,129
Error	12	2,891	0,2410		
Tiempo	5	5,2876	1,0575	8,47	0,000
Cultivo*Tiempo	10	4,1251	0,4125	3,30	0,001
Error	60	6,1010	0,1020		
Total	89	18,9316			

Variable dependiente: Diámetro mayor (cm)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	0,7227	0,3613	1,87	0,162
Error	12	2,298	0,1920		
Tiempo	5	1,2360	0,2472	1,28	0,283
Cultivo*Tiempo	10	1,6053	0,1605	0,83	0,601
Error	60	11,6290	0,1940		
Total	89	17,4840			

Variable dependiente: Diámetro menor (cm)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	0,87622	0,43811	12,46	0,000
Error	12	0,37000	0,03100		
Tiempo	5	1,42889	0,28578	8,13	0,000
Cultivo*Tiempo	10	1,06244	0,10624	3,02	0,003
Error	60	2,16200	0,03600		
Total	89	5,89956			

Variable dependiente: Dureza (kg)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	1,7780	0,8890	2,26	0,112
Error	12	6,3920	0,5330		
Tiempo	5	73,8293	14,7659	37,54	0,000
Cultivo*Tiempo	10	3,6687	0,3669	0,93	0,509
Error	60	21,9320	0,3660		
Total	89	107,6000			

Variable dependiente: Sólidos solubles (%Brix)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	18,4616	9,2308	12,73	0,000
Error	12	10,6170	0,8850		
Tiempo	5	16,2926	3,2585	4,49	0,001
Cultivo*Tiempo	10	10,3264	1,0326	1,42	0,187
Error	60	41,6030	0,6930		
Total	89	97,3006			

Variable dependiente: Fructosa (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	2,93802	1,46901	813,60	0,000
Error	3	0,00600	0,00200		
Tiempo	5	0,72913	0,14583	80,77	0,000
Cultivo*Tiempo	10	0,89415	0,08941	49,52	0,000
Error	15	0,02600	0,00200		
Total	35	4,59380			

Variable dependiente: Glucosa (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	2,47411	1,23705	763,87	0,000
Error	3	0,00700	0,00200		
Tiempo	5	0,96265	0,19253	118,89	0,000
Cultivo*Tiempo	10	1,40886	0,14089	87,00	0,000
Error	15	0,02200	0,00100		
Total	35	4,87476			

Variable dependiente: Sacarosa (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	0,001517	0,000758	3,74	0,044
Error	3	0,000041	0,000013		

Tiempo	5	0,133458	0,026692	131,63	0,000
Cultivo*Tiempo	10	0,184850	0,018485	91,16	0,000
Error	15	0,004000	0,000020		
Total	35	0,323475			

Variable dependiente: Acidez (g de ácido cítrico/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	0,141693	0,070846	40,40	0,000
Error	6	0,008000	0,001000		
Tiempo	5	0,151520	0,030304	17,28	0,000
Cultivo*Tiempo	10	0,060996	0,006100	3,48	0,003
Error	30	0,055000	0,002000		
Total	53	0,417343			

Variable dependiente: pH

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	0,142211	0,071106	61,63	0,000
Error	6	0,006000	0,001000		
Tiempo	5	0,918106	0,183621	159,16	0,000
Cultivo*Tiempo	10	0,117233	0,011723	10,16	0,000
Error	30	0,035000	0,001000		
Total	53	1,219083			

Variable dependiente: Índice de Madurez

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	10,5347	5,2674	7,70	0,002
Error	6	2,9610	0,4930		
Tiempo	5	7,1569	1,4314	2,09	0,089
Cultivo*Tiempo	10	2,5096	0,2510	0,37	0,953
Error	30	21,6730	0,7220		
Total	53	44,8347			

Variable dependiente: Actividad de agua

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	0,00009693	0,00004846	2,47	0,098
Tiempo	5	0,00033631	0,00006726	3,43	0,012
Error	6	0,00000000	0,00002265		
Cultivo*Tiempo	10	0,00017174	0,00001717	0,88	0,563
Error	30	0,00100000	0,00001898		
Total	53	0,00131031			

Variable dependiente: Materia Seca (%)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	2,123	1,0620	0,029	0,028
Error	3	0,223	0,0740		
Tiempo	5	1,329	0,2660	0,074	0,086
Cultivo*Tiempo	10	4,55500	0,4550	0,005	0,015
Error	15	1,57100	0,1050		
Total	35	9,81000			

Variable dependiente: L*

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	213,752	106,876	23,428	0,000
Error	12	54,742	4,562		
Tiempo	5	322,589	64,518	10,611	0,000
Cultivo*Tiempo	10	667,884	66,788	10,984	0,000
Error	60	364,823	6,080		
Total	89	1623,790			

Variable dependiente: a*

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	6,762	3,381	21,444	0,000
Error	12	1,892	0,158		
Tiempo	5	6,809	1,362	4,573	0,002
Cultivo*Tiempo	10	21,549	2,155	7,236	0,000
Error	60	17,869	0,298		
Total	89	54,881			

Variable dependiente: b*

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	111,617	55,808	36,360	0,000
Error	12	18,419	1,535		
Tiempo	5	67,286	13,457	3,222	0,010
Cultivo*Tiempo	10	162,109	16,211	4,002	0,000
Error	60	243,072	4,051		
Total	89	602,503			

Variable dependiente: a*/b*

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	0,013	0,007	18,375	0,000
Error	12	0,004	0,000		
Tiempo	5	0,127	0,025	50,917	0,000
Cultivo*Tiempo	10	0,135	0,013	26,993	0,000
Error	60	0,030	0,000		
Total	89	0,309			

Variable dependiente: C*

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	98,020	49,010	33,050	0,000
Error	12	17,705	1,483		
Tiempo	5	68,510	13,702	3,309	0,011
Cultivo*Tiempo	10	169,149	16,915	4,085	0,000
Error	60	248,445	4,141		
Total	89	601,919			

Variable dependiente: H*

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	136,570	68,285	55,843	0,000
Error	12	14,674	1,223		
Tiempo	5	28,892	5,778	3,929	0,004
Cultivo*Tiempo	10	93,358	9,336	6,349	0,000
Error	60	88,232	1,471		
Total	89	361,726			

Variable dependiente: Ácido cítrico (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	88675,227	44337,614	827,095	0,000
Error	3	160,819	53,606		
Tiempo	5	84963,432	16992,686	1782,042	0,000
Cultivo*Tiempo	10	35959,848	3595,985	377,115	0,000
Error	15	143,033	9,536		
Total	35	209902,359			

Variable dependiente: Ácido quínico (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	4839,504	2419,752	38,577	0,007
Error	3	188,175	62,725		
Tiempo	5	92072,253	18414,451	1329,700	0,000
Cultivo*Tiempo	10	66376,727	6637,673	479,304	0,000
Error	15	207,729	13,849		
Total	35	163684,388			

Variable dependiente: Ácido málico (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	6108,727	3054,363	20,017	0,018
Error	3	457,770	152,590		
Tiempo	5	111573,116	22314,623	128,737	0,000
Cultivo*Tiempo	10	104974,794	10497,479	60,562	0,000
Error	15	2600,027	173,335		
Total	35	225714,434			

Variable dependiente: Ácido oxálico (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	63,295	31,648	2508,012	0,000
Error	3	0,038	0,013		
Tiempo	5	1054,804	210,961	3514,130	0,000
Cultivo*Tiempo	10	257,766	25,777	429,381	0,000
Error	15	0,900	0,060		
Total	35	1376,803			

Variable dependiente: Ácido ascórbico (mg/100g de materia fresca)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	754,53	377,26	1254,545	0,000
Error	3	0,90	0,30		
Tiempo	5	987,92	197,58	2020,770	0,000
Cultivo*Tiempo	10	740,80	74,08	562,92	0,000
Error	15	1,46	0,09		
Total	35	2485,61			

Variable dependiente: Fenoles totales (mg de ácido tánico/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	2	0,173	0,086	0,579	0,613
Error	3	0,448	0,149		
Tiempo	5	0,858	0,172	1,986	0,139
Cultivo*Tiempo	10	2,209	0,221	2,555	0,051
Error	15	1,297	0,086		
Total	35	4,537			

Variable dependiente: cenizas (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,069(a)	0,035	39,075	0,007
Intersección	1	2,369	2,369	2681,679	0,000
Cultivo	2	0,069	0,035	39,075	0,007
Error	3	0,003	0,001		
Total	6	2,441			
Total corregida	5	0,072			

a R cuadrado = ,963 (R cuadrado corregida = ,938)

Variable dependiente: Na (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	1,880(a)	0,940	22934,333	0,000
Intersección	1	58,228	58,228	1420543,360	0,000

Cultivo	2	1,880	0,940	22934,333	0,000
Error	3	0,000	4,10E-005		
Total	6	60,108			
Total corregida	5	1,880			

a R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = 1,000)

Variable dependiente: K (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	11938,477(a)	5969,239	1094,567	0,000
Intersección	1	339393,827	339393,827	62233,923	0,000
Cultivo	2	11938,477	5969,239	1094,567	0,000
Error	3	16,361	5,454		
Total	6	351348,665			
Total corregida	5	11954,838			

a R cuadrado = ,999 (R cuadrado corregida = ,998)

Variable dependiente: Mg (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	163,459(a)	81,729	3880,408	0,000
Intersección	1	1653,476	1653,476	78505,054	0,000
Cultivo	2	163,459	81,729	3880,408	0,000
Error	3	0,063	0,021		
Total	6	1816,998			
Total corregida	5	163,522			

a R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = ,999)

Variable dependiente: Ca (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	163,459(a)	81,729	3880,408	0,000
Intersección	1	1653,476	1653,476	78505,054	0,000
Cultivo	2	163,459	81,729	3880,408	0,000
Error	3	0,063	0,021		
Total	6	1816,998			
Total corregida	5	163,522			

a R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = ,999)

Variable dependiente: Li (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	486,901(a)	243,450	3164,715	0,000
Intersección	1	4245,238	4245,238	55185,656	0,000
Cultivo	2	486,901	243,450	3164,715	0,000
Error	3	0,231	0,077		
Total	6	4732,369			
Total corregida	5	487,131			

a R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = ,999)

Variable dependiente: Fe (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,156(a)	0,078	108110,684	0,000
Intersección	1	0,516	0,516	713408,332	0,000
Cultivo	2	0,156	0,078	108110,684	0,000
Error	3	2,17E-006	7,23E-007		
Total	6	0,672			
Total corregida	5	0,156			

a R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = 1,000)

Variable dependiente: Mn (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,040(a)	0,020	5429,395	0,000
Intersección	1	0,072	0,072	19519,739	0,000
Cultivo	2	0,040	0,020	5429,395	0,000
Error	3	1,11E-005	3,68E-006		
Total	6	0,112			
Total corregida	5	0,040			

a R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = 1,000)

Variable dependiente: Cu (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,004(a)	0,002	10713,009	0,000
Intersección	1	0,054	0,054	282422,617	0,000
Cultivo	2	0,004	0,002	10713,009	0,000
Error	3	5,75E-007	1,92E-007		
Total	6	0,058			
Total corregida	5	0,004			

a R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = 1,000)

Variable dependiente: Zn (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,029(a)	0,014	17165,646	0,000
Intersección	1	0,119	0,119	140911,336	0,000
Cultivo	2	0,029	0,014	17165,646	0,000
Error	3	2,53E-006	8,43E-007		
Total	6	0,148			
Total corregida	5	0,029			

a R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = 1,000)

ANEXO B

Análisis de varianza – fresa

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: test F (Fisher-Snedecor); S: significación; MF: muestra fresca.

Variable dependiente: Peso (g)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	17,404	17,404	4,16	0,052
Muestreo	2	0,456	0,228	0,05	0,947
Error	26	108,862	4,187		
Total	29	126,721			
S = 2,04621 R-Sq = 14,09% R-Sq(adj) = 4,18%					

Variable dependiente: Longitud (cm)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0083	0,0083	0,06	0,813
Muestreo	2	0,6720	0,3360	2,31	0,120
Error	26	3,7867	0,1456		
Total	29	4,4670			
S = 0,381629 R-Sq = 15,23% R-Sq(adj) = 5,45%					

Variable dependiente: Diámetro mayor (cm)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,06533	0,06533	0,82	0,375
Muestreo	2	0,05267	0,02633	0,33	0,723
Error	26	2,08067	0,08003		
Total	29	2,19867			
S = 0,282888 R-Sq = 5,37% R-Sq(adj) = 0,00%					

Variable dependiente: Diámetro menor (cm)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,00033	0,00033	0,00	0,951
Muestreo	2	0,09800	0,04900	0,56	0,577
Error	26	2,26867	0,08726		
Total	29	2,36700			
S = 0,295392 R-Sq = 4,15% R-Sq(adj) = 0,00%					

Variable dependiente: Sólidos solubles (°Brix)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	5,7203	5,7203	8,24	0,008
Muestreo	2	0,4807	0,2403	0,35	0,711
Error	26	18,0527	0,6943		
Total	29	24,2537			
S = 0,833267 R-Sq = 25,57% R-Sq(adj) = 16,98%					

Variable dependiente: Fructosa (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,00270	0,00270	0,20	0,663
Muestreo	2	0,15945	0,07972	6,03	0,025
Error	8	0,10585	0,01323		
Total	11	0,26800			
S = 0,115027 R-Sq = 60,50% R-Sq(adj) = 45,69%					

Variable dependiente: Glucosa (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,02168	0,02168	1,81	0,216
Muestreo	2	0,16287	0,08143	6,79	0,019
Error	8	0,09595	0,01199		
Total	11	0,28049			
S = 0,109516 R-Sq = 65,79% R-Sq(adj) = 52,96%					

Variable dependiente: Sacarosa (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,004408	0,004408	1,91	0,204
Muestreo	2	0,058400	0,029200	12,68	0,003
Error	8	0,018417	0,002302		
Total	11	0,081225			
S = 0,0479800 R-Sq = 77,33% R-Sq(adj) = 68,82%					

Variable dependiente: Acidez (g de ácido cítrico/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,37845	0,37845	136,20	0,000
Muestreo	2	0,00708	0,00354	1,27	0,310
Error	14	0,03890	0,00278		
Total	17	0,42443			
S = 0,0527122 R-Sq = 90,83% R-Sq(adj) = 88,87%					

Variable dependiente: pH

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,067222	0,067222	22,38	0,000

Muestreo 2 0,005511 0,002756 0,92 0,422
 Error 14 0,042044 0,003003
 Total 17 0,114778
 S = 0,0548012 R-Sq = 63,37% R-Sq(adj) = 55,52%

Variable dependiente: Índice de madurez

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	13,244	13,244	7,05	0,019
Muestreo	2	5,697	2,848	1,52	0,254
Error	14	26,308	1,879		
Total	17	45,249			

S = 1,37082 R-Sq = 41,86% R-Sq(adj) = 29,40%

Variable dependiente: Actividad de agua

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,000001389	0,000001389	1,16	0,300
Muestreo	2	0,000096778	0,000048389	40,38	0,000
Error	14	0,000016778	0,000001198		
Total	17	0,000114944			

S = 0,00109472 R-Sq = 85,40% R-Sq(adj) = 82,28%

Variable dependiente: Materia seca (%)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	1,9200	1,9200	7,64	0,024
Muestreo	2	3,8412	1,9206	7,65	0,014
Error	8	2,0094	0,2512		
Total	11	7,7707			

S = 0,501180 R-Sq = 74,14% R-Sq(adj) = 64,44%

Variable dependiente: Cenizas (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,038533	0,038533	127,56	0,000
Muestreo	2	0,006350	0,003175	10,51	0,006
Error	8	0,002417	0,000302		
Total	11	0,047300			

S = 0,0173805 R-Sq = 94,89% R-Sq(adj) = 92,97%

Variable dependiente: L* (externa)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	212,21	212,21	22,49	0,000
Muestreo	2	377,66	188,83	20,01	0,000
Error	26	245,35	9,44		
Total	29	835,22			

S = 3,07189 R-Sq = 70,62% R-Sq(adj) = 67,24%

Variable dependiente: a* (externa)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	253,69	253,69	38,69	0,000
Muestreo	2	395,80	197,90	30,18	0,000
Error	26	170,49	6,56		
Total	29	819,98			

S = 2,56072 R-Sq = 79,21% R-Sq(adj) = 76,81%

Variable dependiente: b* (externa)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	548,95	548,95	38,53	0,000
Muestreo	2	1063,28	531,64	37,31	0,000
Error	26	370,47	14,25		
Total	29	1982,70			

S = 3,77474 R-Sq = 81,32% R-Sq(adj) = 79,16%

Variable dependiente: a*/b* (externa)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,5307	0,5307	11,94	0,002
Muestreo	2	3,8882	1,9441	43,74	0,000
Error	26	1,1555	0,0444		
Total	29	5,5743			

S = 0,210812 R-Sq = 79,27% R-Sq(adj) = 76,88%

Variable dependiente: C* (externa)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	759,13	759,13	57,36	0,000
Muestreo	2	1229,77	614,88	46,46	0,000
Error	26	344,11	13,23		
Total	29	2333,00			

S = 3,63798 R-Sq = 85,25% R-Sq(adj) = 83,55%

Variable dependiente: H* (externa)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	258,84	258,84	17,17	0,000
Muestreo	2	948,12	474,06	31,44	0,000
Error	26	391,99	15,08		
Total	29	1598,95			

S = 3,88284 R-Sq = 75,48% R-Sq(adj) = 72,66%

Variable dependiente: L* (interna)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	52,88	52,88	1,56	0,223
Muestreo	2	779,16	389,58	11,46	0,000
Error	26	884,10	34,00		
Total	29	1716,14			

S = 5,83127 R-Sq = 48,48% R-Sq(adj) = 42,54%

Variable dependiente: a* (interna)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	137,47	137,47	3,43	0,075
Muestreo	2	33,47	16,74	0,42	0,663
Error	26	1041,48	40,06		
Total	29	1212,43			

S = 6,32906 R-Sq = 14,10% R-Sq(adj) = 4,19%

Variable dependiente: b* (interna)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	122,33	122,33	4,73	0,039
Muestreo	2	1042,95	521,47	20,17	0,000
Error	26	672,34	25,86		
Total	29	1837,62			

S = 5,08520 R-Sq = 63,41% R-Sq(adj) = 59,19%

Variable dependiente: a*/b* (interna)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0112	0,0112	0,73	0,402
Muestreo	2	3,8233	1,9116	123,81	0,000
Error	26	0,4014	0,0154		
Total	29	4,2359			

S = 0,124259 R-Sq = 90,52% R-Sq(adj) = 89,43%

Variable dependiente: C* (interna)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	260,49	260,49	4,11	0,053
Muestreo	2	435,40	217,70	3,44	0,047
Error	26	1646,54	63,33		
Total	29	2342,43			

S = 7,95793 R-Sq = 29,71% R-Sq(adj) = 21,60%

Variable dependiente: H* (interna)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	5,21	5,21	0,51	0,481
Muestreo	2	1380,46	690,23	67,63	0,000
Error	26	265,36	10,21		
Total	29	1651,03			

S = 3,19471 R-Sq = 83,93% R-Sq(adj) = 82,07%

Variable dependiente: Ácido cítrico (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	36930	36930	15,49	0,004
Muestreo	2	60948	30474	12,78	0,003
Error	8	19076	2385		
Total	11	116955			

S = 48,8318 R-Sq = 83,69% R-Sq(adj) = 77,57%

Variable dependiente: Ácido málico (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	12910,1	12910,1	22,99	0,001
Muestreo	2	3252,1	1626,0	2,90	0,113
Error	8	4492,7	561,6		
Total	11	20654,9			

S = 23,6979 R-Sq = 78,25% R-Sq(adj) = 70,09%

Variable dependiente: Ácido oxálico (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	165	165	0,12	0,733
Muestreo	2	4279	2139	1,62	0,257
Error	8	10595	1324		
Total	11	15039			

S = 36,3917 R-Sq = 29,55% R-Sq(adj) = 3,13%

Variable dependiente: Ácido ascórbico (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	686,15	686,15	34,67	0,000
Muestreo	2	766,23	383,11	19,36	0,001
Error	8	158,30	19,79		
Total	11	1610,68			

S = 4,44837 R-Sq = 90,17% R-Sq(adj) = 86,49%

Variable dependiente: Fenoles totales (g de ácido tánico/100 de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,24413	0,24413	4,57	0,065
Muestreo	2	0,13143	0,06572	1,23	0,342
Error	8	0,42700	0,05338		
Total	11	0,80257			

S = 0,231030 R-Sq = 46,80% R-Sq(adj) = 26,84%

Variable dependiente: Na (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	1,0379	1,0379	9,93	0,014
Muestreo	2	0,4137	0,2069	1,98	0,200
Error	8	0,8361	0,1045		
Total	11	2,2877			

S = 0,323281 R-Sq = 63,45% R-Sq(adj) = 49,75%

Variable dependiente: K (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	4515,2	4515,2	94,37	0,000
Muestreo	2	605,5	302,7	6,33	0,023
Error	8	382,8	47,8		
Total	11	5503,5			

S = 6,91704 R-Sq = 93,05% R-Sq(adj) = 90,44%

Variable dependiente: Mg (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0345	0,0345	0,04	0,850
Muestreo	2	3,1070	1,5535	1,72	0,239
Error	8	7,2333	0,9042		
Total	11	10,3748			

S = 0,950874 R-Sq = 30,28% R-Sq(adj) = 4,13%

Variable dependiente: Ca (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	42,458	42,458	42,60	0,000
Muestreo	2	4,629	2,314	2,32	0,160
Error	8	7,973	0,997		
Total	11	55,060			

S = 0,998326 R-Sq = 85,52% R-Sq(adj) = 80,09%

Variable dependiente: Li (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0088238	0,0088238	11,29	0,010
Muestreo	2	0,0056566	0,0028283	3,62	0,076
Error	8	0,0062503	0,0007813		
Total	11	0,0207306			

S = 0,0279514 R-Sq = 69,85% R-Sq(adj) = 58,54%

Variable dependiente: Fe (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,014138	0,014138	6,57	0,033
Muestreo	2	0,000189	0,000095	0,04	0,957
Error	8	0,017214	0,002152		
Total	11	0,031541			

S = 0,0463867 R-Sq = 45,42% R-Sq(adj) = 24,96%

Variable dependiente: Mn (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0003350	0,0003350	1,09	0,327
Muestreo	2	0,0001333	0,0000667	0,22	0,809
Error	8	0,0024544	0,0003068		
Total	11	0,0029227			

S = 0,0175158 R-Sq = 16,02% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Cu (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,00007803	0,00007803	1,96	0,199
Muestreo	2	0,00009490	0,00004745	1,19	0,352
Error	8	0,00031787	0,00003973		
Total	11	0,00049080			

S = 0,00630342 R-Sq = 35,23% R-Sq(adj) = 10,95%

Variable dependiente: Zn (mg/100g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,00024120	0,00024120	3,77	0,088
Muestreo	2	0,00006556	0,00003278	0,51	0,617
Error	8	0,00051118	0,00006390		
Total	11	0,00081794			

S = 0,00799360 R-Sq = 37,50% R-Sq(adj) = 14,07%

ANEXO C

Ficha test – kiwi en almíbar

Ensayo de la forma de presentación y de la concentración del almíbar 1

C.1. Ficha para el test de ordenación de la preferencia en función de la apariencia.

NOMBRE: _____		FECHA: _____	
Instrucciones:			
Evalué las muestras de kiwi en almíbar y colóquelas en orden creciente de su preferencia con relación a los siguientes atributos de apariencia:			
Color	_____	_____	_____
Turbidez	_____	_____	_____
Tamaño trozos	_____	_____	_____
Forma trozos	_____	_____	_____
Menos	_____	_____	Más
Preferida			Preferida

C.2. Ficha para el test de ordenación del sabor y textura en boca.

NOMBRE: _____		FECHA: _____	
Instrucciones:			
Evalué las muestras de kiwi en almíbar y colóquelas en orden creciente de su preferencia con relación a los siguientes atributos de sabor y textura en boca:			
Ácido	_____	_____	_____
Dulce	_____	_____	_____
Dureza	_____	_____	_____
Menos	_____	_____	Más
Preferida			Preferida

Ensayo del tipo de azúcar utilizado en la elaboración del almíbar

C.3. Ficha para el test de ordenación de la preferencia.

NOMBRE: _____		FECHA: _____	
A continuación le presentamos 4 muestras de kiwi en almíbar .			
¿Usted compraría este producto?		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Por favor evalúelas y colóquelas en orden creciente de preferencia con relación a los siguientes atributos:			
	Menos Preferida		Más Preferida
Aspecto	_____	_____	_____
Color	_____	_____	_____
Olor	_____	_____	_____
Sabor	_____	_____	_____
Textura	_____	_____	_____
Finalmente, ordene los 4 productos en función de su preferencia global.			
	Menos Preferida	_____	Más Preferida
¿Tras probar los productos usted compraría el producto?		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Observaciones _____			

Ensayo de la forma de presentación y de la concentración del almíbar 2

C.4. Ficha para el test de ordenación de la preferencia.

NOMBRE: _____		FECHA: _____	
A continuación le presentamos 4 muestras de kiwi en almíbar .			
¿Usted compraría este producto?		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Por favor evalúelas y colóquelas en orden creciente de preferencia con relación a los siguientes atributos:			
	Menos Preferida		Más Preferida
Aspecto	_____	_____	_____
Color	_____	_____	_____
Olor	_____	_____	_____
Sabor	_____	_____	_____
Textura	_____	_____	_____
Finalmente, ordene los 4 productos en función de su preferencia global.			
	Menos Preferida	_____	Más Preferida
¿Tras probar los productos usted compraría el producto?		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
¿Preferiría que la presentación fuese en rodajas?		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Observaciones _____			

ANEXO D

Análisis de varianza – kiwi en almíbar

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: test F (Fisher-Snedecor); S: significación; MF: muestra fresca.

Variable dependiente: Sólidos solubles (°Brix)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	19,104	9,5520	15,885	0,025
Error	3	1,804	0,601		
Tiempo	4	7,515	2,567	10,912	0,003
Producto*Tiempo	8	10,779	1,841	7,826	0,004
Error	12	2,066	0,235		
Total	29	41,268			

Variable dependiente: Fructosa (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,2740	0,137	4107,100	0,000
Error	3	0,0030	0,001		
Tiempo	4	2,3690	0,592	324,536	0,000
Producto*Tiempo	8	0,3470	0,108	23,796	0,000
Error	12	0,0219	0,001825		
Total	29	1,0149			

Variable dependiente: Glucosa (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,607	0,3030	135,205	0,001
Error	3	0,007	0,0022		
Tiempo	4	3,690	0,9220	171,299	0,000
Producto*Tiempo	8	0,193	0,0240	4,487	0,010
Error	12	0,034	0,0110		
Total	29	9,021			

Variable dependiente: Sacarosa (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	13,623	6,8120	1754,680	0,000
Error	3	0,011	0,0038		
Tiempo	4	233,597	58,399	5201,824	0,000
Producto*Tiempo	8	15,283	1,910	170,159	0,000
Error	12	0,135	0,011		
Total	29	262,649			

Variable dependiente: Acidez (g de ácido cítrico/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,02775	0,013880	6,244	0,034
Error	6	0,01333	0,002222		
Tiempo	4	0,08300	0,020750	9,188	0,000
Producto*Tiempo	8	0,02176	0,002720	1,204	0,338
Error	24	0,05420	0,002258		
Total	44	0,20004			

Variable dependiente: pH

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,0007778	0,0003889	0,093	0,912
Error	6	0,0250500	0,0041760		
Tiempo	4	0,2130000	0,0533700	18,472	0,000
Producto*Tiempo	8	0,0267600	0,0033440	1,157	0,364
Error	24	0,0693500	0,0028890		
Total	44	0,334978			

Variable dependiente: Actividad de agua

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,000007511	0,000003756	0,410	0,681
Error	6	0,000054900	0,000009156		
Tiempo	4	0,000087640	0,000021910	6,134	0,002
Producto*Tiempo	8	0,000019820	0,000002478	0,694	0,694
Error	24	0,000085730	0,000003572		
Total	44	0,000255601			

Variable dependiente: Materia Seca (%)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	17,763	8,88200	28,700	0,011
Error	3	0,206	0,06875		
Tiempo	4	3,347	1,02400	5,100	0,002
Producto*Tiempo	8	5,003	0,76500	3,811	0,694
Error	12	1,969	0,201		
Total	29	28,288			

Variable dependiente: L*

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	25,084	12,542	8,863	0,004
Error	12	16,982	1,415		

Tiempo	4	114,916	28,729	10,880	0,000
Producto*Tiempo	8	17,947	2,243	0,850	0,565
Error	48	126,750	2,641		
Total	74	301,679			

Variable dependiente: a*

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	1,692	0,846	4,980	0,027
Error	12	2,038	0,170		
Tiempo	4	14,550	3,637	18,201	0,000
Producto*Tiempo	8	5,079	0,635	3,176	0,006
Error	48	9,593	0,200		
Total	74	32,952			

Variable dependiente: b*

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	104,635	52,317	11,946	0,001
Error	12	52,555	4,380		
Tiempo	4	27,168	6,792	2,482	0,056
Producto*Tiempo	8	35,253	5,723	1,610	0,147
Error	48	131,354	2,737		
Total	74	350,965			

Variable dependiente: a*/b*

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,01411	0,0070530	6,673	0,011
Error	12	0,01268	0,0010570		
Tiempo	4	0,03555	0,0088880	11,986	0,000
Producto*Tiempo	8	0,01024	0,0012800	1,727	0,116
Error	74	0,03559	0,0007415		
Total	62	0,10817			

Variable dependiente: C*

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	101,811	27858,061	6567,063	0,000
Error	12	50,905	4,242		
Tiempo	4	29,098	7,275	2,720	0,040
Producto*Tiempo	8	36,476	4,559	1,705	0,122
Error	48	128,391	2,675		
Total	74	346,701			

Variable dependiente: H*

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	44,756	22,378	6,608	0,012
Error	12	40,636	3,386		
Tiempo	4	113,325	28,331	11,964	0,000
Producto*Tiempo	8	32,576	4,072	1,720	0,118
Error	48	113,664	2,368		
Total	74	344,957			

Variable dependiente: Ácido cítrico (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,0121100	0,00605400	1359,300	0,000
Error	3	0,0000133	0,00000445		
Tiempo	4	0,0644800	0,01612000	1051,978	0,000
Producto*Tiempo	8	0,0474300	0,00592900	386,927	0,000
Error	12	0,0001839	0,00001532		
Total	29	0,1242172			

Variable dependiente: Ácido quínico (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,03997000	0,019980000	766,198	0,000
Error	3	0,00007825	0,000026080		
Tiempo	4	0,00171900	0,006022000	174,411	0,000
Producto*Tiempo	8	0,02203000	0,002754000	111,754	0,000
Error	12	0,00001956	0,000006521		
Total	29	0,07928790			

Variable dependiente: Ácido málico (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,0002810	0,00014050	12,077	0,037
Error	3	0,0000349	0,00001163		
Tiempo	4	0,0037530	0,00163100	85,517	0,000
Producto*Tiempo	8	0,0013170	0,00028610	14,999	0,001
Error	12	0,0001839	0,00001097		
Total	29	0,0055176			

Variable dependiente: Ácido oxálico (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	0,000001742	0,0000008171	4,930	0,010
Error	3	0,000000530	0,0000001767		
Tiempo	4	0,000329900	0,0000824600	494,788	0,000
Producto*Tiempo	8	0,000005761	0,0000007202	4,321	0,010
Error	12	0,000002000	0,0000001667		
Total	29	0,000339330			

Variable dependiente: Ácido ascórbico (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	42,608	21,3040	221,246	0,001
Error	3	0,289	0,9625		
Tiempo	4	631,296	157,8240	5972,398	0,000
Producto*Tiempo	8	257,174	32,1470	1216,299	0,000
Error	12	0,317	0,02643		
Total	29	931,684			

Variable dependiente: Fenoles totales (mg de ácido cítrico/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Producto	2	6,160	3,0800	28,638	0,011
Error	3	0,323	0,1080		
Tiempo	4	2,486	0,6220	1,505	0,262
Producto*Tiempo	8	8,909	1,1140	2,696	0,059
Error	12	4,957	0,4130		
Total	29	22,835			

Variable dependiente: Cenizas (g/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,004(a)	0,002	9,333	0,052
Intersección	1	0,944	0,944	4720,333	0,000
Producto	2	0,004	0,002	9,333	0,052
Error	3	0,001	0,000		
Total	6	0,948			
Total corregida	5	0,004			

a R cuadrado = 0,862 (R cuadrado corregida = 0,769)

Variable dependiente: Na (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,162(a)	0,081	16,776	0,024
Intersección	1	156,634	156,634	32469,574	0,000
Producto	2	0,162	0,081	16,776	0,024
Error	3	0,014	0,005		
Total	6	156,810			
Total corregida	5	0,176			

a R cuadrado = 0,918 (R cuadrado corregida = 0,863)

Variable dependiente: K (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	409,374(a)	204,687	99,132	0,002
Intersección	1	77289,641	77289,641	37432,061	0,000
Producto	2	409,374	204,687	99,132	0,002
Error	3	6,194	2,065		
Total	6	77705,210			
Total corregida	5	415,569			

a R cuadrado = 0,985 (R cuadrado corregida = 0,975)

Variable dependiente: Mg (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	26,125(a)	13,063	4771,133	0,000
Intersección	1	709,524	709,524	259153,140	0,000
Producto	2	26,125	13,063	4771,133	0,000
Error	3	0,008	0,003		
Total	6	735,658			
Total corregida	5	26,134			

a R cuadrado = 1,000 (R cuadrado corregida = 0,999)

Variable dependiente: Ca (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	491,367(a)	245,684	862,295	0,000
Intersección	1	4729,369	4729,369	16599,032	0,000
Producto	2	491,367	245,684	862,295	0,000
Error	3	0,855	0,285		
Total	6	5221,590			
Total corregida	5	492,222			

a R cuadrado = 0,998 (R cuadrado corregida = 0,997)

Variable dependiente: Li (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,001(a)	0,001	265,140	0,000
Intersección	1	0,020	0,020	10365,578	0,000
Producto	2	0,001	0,001	265,140	0,000
Error	3	5,84E-006	1,95E-006		
Total	6	0,021			
Total corregida	5	0,001			

a R cuadrado = 0,994 (R cuadrado corregida = 0,991)

Variable dependiente: Fe (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,032(a)	0,016	1021,102	0,000
Intersección	1	0,452	0,452	28749,669	0,000
Producto	2	0,032	0,016	1021,102	0,000
Error	3	4,72E-005	1,57E-005		
Total	6	0,485			
Total corregida	5	0,032			

a R cuadrado = 0,999 (R cuadrado corregida = 0,998)

Variable dependiente: Mn (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,000(a)	0,000	108,340	0,002
Intersección	1	0,040	0,040	37980,978	0,000
Producto	2	0,000	0,000	108,340	0,002
Error	3	3,18E-006	1,06E-006		
Total	6	0,040			
Total corregida	5	0,000			

a R cuadrado = 0,986 (R cuadrado corregida = 0,977)

Variable dependiente: Cu (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,002(a)	0,001	69,199	0,003
Intersección	1	0,097	0,097	8632,226	0,000
Producto	2	0,002	0,001	69,199	0,003
Error	3	3,36E-005	1,12E-005		
Total	6	0,098			
Total corregida	5	0,002			

a R cuadrado = 0,979 (R cuadrado corregida = 0,965)

Variable dependiente: Zn (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Modelo corregido	2	0,001(a)	0,001	240,820	0,000
Intersección	1	0,062	0,062	27748,901	0,000
Producto	2	0,001	0,001	240,822	0,000
Error	3	6,68E-006	2,23E-006		
Total	6	0,063			
Total corregida	5	0,001			

a R cuadrado = 0,994 (R cuadrado corregida = 0,990)

ANEXO E

Análisis de varianza – mermelada de fresa

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios; F: test F (Fisher-Snedecor); S: significación; MF: muestra fresca.

Variable dependiente: Consistencia (cm/30 s) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	5,0007	5,0007	7,27	0,054
Elaboración	1	0,0345	0,0345	0,05	0,834
Cultivo*Elaboración	1	0,0063	0,0063	0,01	0,928
Error	4	2,7516	0,6879		
Total	7	7,7930			

S = 0,829392 R-Sq = 64,69% R-Sq(adj) = 38,21%

Variable dependiente: Consistencia (cm/30 s) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	8,9253	8,9253	61,22	0,001
Elaboración	1	0,0003	0,0003	0,00	0,965
Cultivo*Elaboración	1	0,0312	0,0312	0,21	0,667
Error	4	0,5831	0,1458		
Total	7	9,5400			

S = 0,381813 R-Sq = 93,89% R-Sq(adj) = 89,30%

Variable dependiente: Sólidos solubles (*Brix) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	7,33	7,33	0,57	0,491
Elaboración	1	46,75	46,75	3,65	0,129
Cultivo*Elaboración	1	4,00	4,00	0,31	0,606
Error	4	51,25	12,81		
Total	7	109,34			

S = 3,57946 R-Sq = 53,13% R-Sq(adj) = 17,98%

Variable dependiente: Sólidos solubles (*Brix) 2

Fuente	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	44,983	44,983	7,93	0,048
Elaboración	1	4,545	4,545	0,80	0,421
Cultivo*Elaboración	1	22,345	22,345	3,94	0,118
Error	4	22,699	5,675		
Total	7	94,572			

S = 2,38220 R-Sq = 76,00% R-Sq(adj) = 58,00%

Variable dependiente: Fructosa (g/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,905	0,905	0,87	0,404
Elaboración	1	0,003	0,003	0,00	0,958
Cultivo*Elaboración	1	4,249	4,249	4,07	0,114
Error	4	4,172	1,043		
Total	7	9,328			

S = 1,02125 R-Sq = 55,28% R-Sq(adj) = 21,73%

Variable dependiente: Fructosa (g/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0443	0,0443	0,10	0,766
Elaboración	1	0,1093	0,1093	0,25	0,642
Cultivo*Elaboración	1	0,0319	0,0319	0,07	0,800
Error	4	1,7366	0,4341		
Total	7	1,9220			

S = 0,658893 R-Sq = 9,65% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Glucosa (g/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,053	0,053	0,02	0,883
Elaboración	1	0,113	0,113	0,05	0,830
Cultivo*Elaboración	1	7,334	7,334	3,39	0,139
Error	4	8,643	2,161		
Total	7	16,143			

S = 1,46995 R-Sq = 46,46% R-Sq(adj) = 6,31%

Variable dependiente: Glucosa (g/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,004	0,004	0,00	0,969
Elaboración	1	0,013	0,013	0,01	0,941
Cultivo*Elaboración	1	0,034	0,034	0,02	0,905
Error	4	8,377	2,094		
Total	7	8,427			

S = 1,44715 R-Sq = 0,60% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Sacarosa (g/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	8,020	8,020	1,91	0,240

Elaboración	1	1,030	1,030	0,24	0,647
Cultivo*Elaboración	1	2,290	2,290	0,54	0,502
Error	4	16,837	4,209		
Total	7	28,177			

S = 2,05165 R-Sq = 40,24% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Sacarosa (g/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	13,755	13,755	4,26	0,108
Elaboración	1	0,123	0,123	0,04	0,855
Cultivo*Elaboración	1	0,015	0,015	0,00	0,948
Error	4	12,912	3,228		
Total	7	26,805			

S = 1,79665 R-Sq = 51,83% R-Sq(adj) = 15,70%

Variable dependiente: Acidez (g de ácido cítrico/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0008000	0,0008000	8,00	0,047
Elaboración	1	0,0000000	0,0000000	0,00	1,000
Cultivo*Elaboración	1	0,0000000	0,0000000	0,00	1,000
Error	4	0,0004000	0,0001000		
Total	7	0,0012000			

S = 0,01 R-Sq = 66,67% R-Sq(adj) = 41,67%

Variable dependiente: Acidez (g de ácido cítrico/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0010125	0,0010125	7,36	0,053
Elaboración	1	0,0000125	0,0000125	0,09	0,778
Cultivo*Elaboración	1	0,0000125	0,0000125	0,09	0,778
Error	4	0,0005500	0,0001375		
Total	7	0,0015875			

S = 0,0117260 R-Sq = 65,35% R-Sq(adj) = 39,37%

Variable dependiente: pH 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,004512	0,004512	2,84	0,167
Elaboración	1	0,007812	0,007812	4,92	0,091
Cultivo*Elaboración	1	0,000612	0,000612	0,39	0,568
Error	4	0,006350	0,001587		
Total	7	0,019287			

S = 0,0398434 R-Sq = 67,08% R-Sq(adj) = 42,38%

Variable dependiente: pH 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,002813	0,002813	0,46	0,535
Elaboración	1	0,000612	0,000612	0,10	0,767
Cultivo*Elaboración	1	0,000013	0,000013	0,00	0,966
Error	4	0,024450	0,006113		
Total	7	0,027888			

S = 0,0781825 R-Sq = 12,33% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Actividad de agua 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0008000	0,0008000	8,00	0,047
Elaboración	1	0,0000000	0,0000000	0,00	1,000
Cultivo*Elaboración	1	0,0000000	0,0000000	0,00	1,000
Error	4	0,0004000	0,0001000		
Total	7	0,0012000			

S = 0,01 R-Sq = 66,67% R-Sq(adj) = 41,67%

Variable dependiente: Actividad de agua 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0009901	0,0009901	8,62	0,043
Elaboración	1	0,0000151	0,0000151	0,13	0,735
Cultivo*Elaboración	1	0,0000151	0,0000151	0,13	0,735
Error	4	0,0004595	0,0001149		
Total	7	0,0014799			

S = 0,0107180 R-Sq = 68,95% R-Sq(adj) = 45,66%

Variable dependiente: Materia seca (%) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	28,013	28,013	4,15	0,111
Elaboración	1	0,183	0,183	0,03	0,877
Cultivo*Elaboración	1	3,795	3,795	0,56	0,495
Error	4	26,995	6,749		
Total	7	58,985			

S = 2,59782 R-Sq = 54,23% R-Sq(adj) = 19,91%

Variable dependiente: Materia seca (%) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	8,20	8,20	0,75	0,434
Elaboración	1	1,17	1,17	0,11	0,759
Cultivo*Elaboración	1	0,01	0,01	0,00	0,979
Error	4	43,56	10,89		
Total	7	52,94			

S = 3,30017 R-Sq = 17,72% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Cenizas (g/100g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0078125	0,0078125	20,49	0,011
Elaboración	1	0,0000125	0,0000125	0,03	0,865
Cultivo*Elaboración	1	0,0000500	0,0000500	0,13	0,736
Error	4	0,0015250	0,0003813		
Total	7	0,0094000			

S = 0,0195256 R-Sq = 83,78% R-Sq(adj) = 71,61%

Variable dependiente: Cenizas (g/100g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0019531	0,0019531	10,96	0,030
Elaboración	1	0,0007031	0,0007031	3,95	0,118
Cultivo*Elaboración	1	0,0002531	0,0002531	1,42	0,299
Error	4	0,0007125	0,0001781		
Total	7	0,0036219			

S = 0,0133463 R-Sq = 80,33% R-Sq(adj) = 65,57%

Variable dependiente: L* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,2145	0,2145	0,24	0,649
Elaboración	1	3,1375	3,1375	3,53	0,133
Cultivo*Elaboración	1	0,2415	0,2415	0,27	0,630
Error	4	3,5527	0,8882		
Total	7	7,1462			

S = 0,942424 R-Sq = 50,29% R-Sq(adj) = 13,00%

Variable dependiente: L* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,6903	0,6903	5,66	0,076
Elaboración	1	0,0036	0,0036	0,03	0,872
Cultivo*Elaboración	1	0,0028	0,0028	0,02	0,887
Error	4	0,4877	0,1219		
Total	7	1,1844			

S = 0,349160 R-Sq = 58,83% R-Sq(adj) = 27,95%

Variable dependiente: a* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,000	0,000	0,00	1,000
Elaboración	1	18,973	18,973	4,76	0,095
Cultivo*Elaboración	1	0,259	0,259	0,07	0,811
Error	4	15,947	3,987		
Total	7	35,179			

S = 1,99666 R-Sq = 54,67% R-Sq(adj) = 20,67%

Variable dependiente: a* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	2,2791	2,2791	2,71	0,175
Elaboración	1	0,1596	0,1596	0,19	0,685
Cultivo*Elaboración	1	0,8911	0,8911	1,06	0,361
Error	4	3,3597	0,8399		
Total	7	6,6895			

S = 0,916467 R-Sq = 49,78% R-Sq(adj) = 12,11%

Variable dependiente: b* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0145	0,0145	0,02	0,903
Elaboración	1	2,7145	2,7145	3,15	0,151
Cultivo*Elaboración	1	0,0018	0,0018	0,00	0,966
Error	4	3,4469	0,8617		
Total	7	6,1776			

S = 0,928291 R-Sq = 44,20% R-Sq(adj) = 2,36%

Variable dependiente: b* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	3,4980	3,4980	4,12	0,112
Elaboración	1	0,4095	0,4095	0,48	0,525
Cultivo*Elaboración	1	0,2016	0,2016	0,24	0,651
Error	4	3,3926	0,8482		
Total	7	7,5018			

S = 0,920957 R-Sq = 54,78% R-Sq(adj) = 20,86%

Variable dependiente: a*/b* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,89111	0,89111	19,25	0,112
Elaboración	1	0,01711	0,01711	0,37	0,576
Cultivo*Elaboración	1	0,00011	0,00011	0,00	0,963
Error	4	0,18515	0,04629		
Total	7	1,09349			

S = 0,215145 R-Sq = 83,07% R-Sq(adj) = 70,37%

Variable dependiente: a*/b* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,8321	0,8321	1,86	0,245
Elaboración	1	0,1513	0,1513	0,34	0,593

Cultivo*Elaboración 1 0,0421 0,0421 0,09 0,775
 Error 4 1,7940 0,4485
 Total 7 2,8194
 S = 0,669701 R-Sq = 36,37% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: C* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,003	0,003	0,00	0,980
Elaboración	1	21,582	21,582	4,79	0,094
Cultivo*Elaboración	1	0,218	0,218	0,05	0,837
Error	4	18,022	4,505		
Total	7	39,825			

S = 2,12261 R-Sq = 54,75% R-Sq(adj) = 20,81%

Variable dependiente: C* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	5,882	5,882	4,26	0,108
Elaboración	1	0,024	0,024	0,02	0,901
Cultivo*Elaboración	1	0,168	0,168	0,12	0,745
Error	4	5,529	1,382		
Total	7	11,604			

S = 1,17566 R-Sq = 52,35% R-Sq(adj) = 16,62%

Variable dependiente: H* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,13	0,13	0,01	0,934
Elaboración	1	2,68	2,68	0,16	0,707
Cultivo*Elaboración	1	0,58	0,58	0,04	0,861
Error	4	65,92	16,48		
Total	7	69,30			

S = 4,05943 R-Sq = 4,88% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: H* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	25,53	25,53	1,82	0,249
Elaboración	1	15,71	15,71	1,12	0,350
Cultivo*Elaboración	1	21,62	21,62	1,54	0,282
Error	4	56,16	14,04		
Total	7	119,01			

S = 3,74688 R-Sq = 52,81% R-Sq(adj) = 17,42%

Variable dependiente: Ácido cítrico (g/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,026802	0,026802	9,26	0,038
Elaboración	1	0,010307	0,010307	3,56	0,132
Cultivo*Elaboración	1	0,001877	0,001877	0,65	0,466
Error	4	0,011573	0,002893		
Total	7	0,050559			

S = 0,0537894 R-Sq = 77,11% R-Sq(adj) = 59,94%

Variable dependiente: Ácido cítrico (g/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,038788	0,038788	4,65	0,097
Elaboración	1	0,047686	0,047686	5,72	0,075
Cultivo*Elaboración	1	0,000218	0,000218	0,03	0,879
Error	4	0,033361	0,008340		
Total	7	0,120053			

S = 0,0913248 R-Sq = 72,21% R-Sq(adj) = 51,37%

Variable dependiente: Ácido oxálico (g/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0038347	0,0038347	7,74	0,050
Elaboración	1	0,0000079	0,0000079	0,02	0,906
Cultivo*Elaboración	1	0,0000009	0,0000009	0,00	0,967
Error	4	0,0019827	0,0004957		
Total	7	0,0058262			

S = 0,0222635 R-Sq = 65,97% R-Sq(adj) = 40,45%

Variable dependiente: Ácido oxálico (g/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0026173	0,0026173	3,02	0,157
Elaboración	1	0,0001730	0,0001730	0,20	0,678
Cultivo*Elaboración	1	0,0000423	0,0000423	0,05	0,836
Error	4	0,0034661	0,0008665		
Total	7	0,0062987			

S = 0,0294369 R-Sq = 44,97% R-Sq(adj) = 3,70%

Variable dependiente: Ácido málico (g/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0108892	0,0108892	80,39	0,001
Elaboración	1	0,0000881	0,0000881	0,65	0,465
Cultivo*Elaboración	1	0,0000027	0,0000027	0,02	0,894
Error	4	0,0005418	0,0001355		
Total	7	0,0115218			

S = 0,0116387 R-Sq = 95,30% R-Sq(adj) = 91,77%

Variable dependiente: Ácido málico (g/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0107715	0,0107715	64,81	0,001
Elaboración	1	0,0001005	0,0001005	0,60	0,480
Cultivo*Elaboración	1	0,0000124	0,0000124	0,07	0,798
Error	4	0,0006648	0,0001662		
Total	7	0,0115491			

S = 0,0128921 R-Sq = 94,24% R-Sq(adj) = 89,93%

Variable dependiente: Ácido ascórbico (mg/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	19,72	19,72	0,63	0,470
Elaboración	1	1,52	1,52	0,05	0,836
Cultivo*Elaboración	1	0,21	0,21	0,01	0,938
Error	4	124,23	31,06		
Total	7	145,69			

S = 5,57290 R-Sq = 14,73% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Ácido ascórbico (mg/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	80,68	80,68	1,49	0,290
Elaboración	1	9,34	9,34	0,17	0,699
Cultivo*Elaboración	1	27,55	27,55	0,51	0,515
Error	4	216,92	54,23		
Total	7	334,49			

S = 7,36418 R-Sq = 35,15% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Fenoles totales (mg de ácido tánico/100 g MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,00000587	0,00000587	0,27	0,630
Elaboración	1	0,00000413	0,00000413	0,19	0,684
Cultivo*Elaboración	1	0,00001845	0,00001845	0,85	0,407
Error	4	0,00008633	0,00002158		
Total	7	0,00011478			

S = 0,00464580 R-Sq = 24,79% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Fenoles totales (mg de ácido tánico/100 g MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,00002945	0,00002945	1,84	0,246
Elaboración	1	0,00000026	0,00000026	0,02	0,904
Cultivo*Elaboración	1	0,00002032	0,00002032	1,27	0,323
Error	4	0,00006399	0,00001600		
Total	7	0,00011403			

S = 0,00399980 R-Sq = 43,88% R-Sq(adj) = 1,79%

Variable dependiente: Sódio (Na) (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,480	0,480	0,08	0,794
Elaboración	1	2,699	2,699	0,44	0,544
Cultivo*Elaboración	1	1,426	1,426	0,23	0,655
Error	4	24,570	6,143		
Total	7	29,175			

S = 2,47842 R-Sq = 15,78% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Potasio (K) (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	929,53	929,53	34,69	0,004
Elaboración	1	83,81	83,81	3,13	0,152
Cultivo*Elaboración	1	11,48	11,48	0,43	0,548
Error	4	107,19	26,80		
Total	7	1132,02			

S = 5,17651 R-Sq = 90,53% R-Sq(adj) = 83,43%

Variable dependiente: Magnesio (Mg) (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,9310	0,9310	1,29	0,320
Elaboración	1	2,9486	2,9486	4,08	0,113
Cultivo*Elaboración	1	0,1070	0,1070	0,15	0,720
Error	4	2,8897	0,7224		
Total	7	6,8763			

S = 0,849949 R-Sq = 57,98% R-Sq(adj) = 26,46%

Variable dependiente: Calcio (Ca) (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	12,115	12,115	6,75	0,060
Elaboración	1	24,287	24,287	13,53	0,021
Cultivo*Elaboración	1	0,917	0,917	0,51	0,514
Error	4	7,182	1,796		
Total	7	44,502			

S = 1,34000 R-Sq = 83,86% R-Sq(adj) = 71,76%

Variable dependiente: Litio (Li) (mg/100 g de MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,000211	0,000211	0,13	0,736
Elaboración	1	0,000617	0,000617	0,38	0,570
Cultivo*Elaboración	1	0,000190	0,000190	0,12	0,749

Error 4 0,006456 0,001614
 Total 7 0,007474
 S = 0,0401759 R-Sq = 13,61% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Hierro (Fe) (mg/100 g de MF)
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,0068 0,0068 0,05 0,839
 Elaboración 1 0,1903 0,1903 1,32 0,315
 Cultivo*Elaboración 1 0,0049 0,0049 0,03 0,863
 Error 4 0,5774 0,1443
 Total 7 0,7793
 S = 0,379924 R-Sq = 25,91% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Manganeseo (Mn) (mg/100 g de MF)
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,0006364 0,0006364 1,13 0,347
 Elaboración 1 0,0008293 0,0008293 1,48 0,291
 Cultivo*Elaboración 1 0,0000676 0,0000676 0,12 0,746
 Error 4 0,0022442 0,0005611
 Total 7 0,0037774
 S = 0,0236867 R-Sq = 40,59% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Cobre (Cu) (mg/100 g de MF)
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,0006266 0,0006266 2,17 0,215
 Elaboración 1 0,0004545 0,0004545 1,57 0,278
 Cultivo*Elaboración 1 0,0000656 0,0000656 0,23 0,659
 Error 4 0,0011555 0,0002889
 Total 7 0,0023021
 S = 0,0169960 R-Sq = 49,81% R-Sq(adj) = 12,16%

Variable dependiente: Zinc (Zn) (mg/100 g de MF)
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,0000018 0,0000018 0,01 0,933
 Elaboración 1 0,0000019 0,0000019 0,01 0,932
 Cultivo*Elaboración 1 0,0000747 0,0000747 0,34 0,592
 Error 4 0,0008857 0,0002214
 Total 7 0,0009641
 S = 0,0148807 R-Sq = 8,13% R-Sq(adj) = 0,00%

MODELO ADITIVO

Variable dependiente: Consistencia (cm/30 s) 1
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 5,0007 5,0007 9,07 0,030
 Elaboración 1 0,0345 0,0345 0,06 0,813
 Error 5 2,7579 0,5516
 Total 7 7,7930
 S = 0,742683 R-Sq = 64,61% R-Sq(adj) = 50,46%

Variable dependiente: Consistencia (cm/30 s) 2
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 8,9253 8,9253 72,64 0,000
 Elaboración 1 0,0003 0,0003 0,00 0,962
 Error 5 0,6144 0,1229
 Total 7 9,5400
 S = 0,350535 R-Sq = 93,56% R-Sq(adj) = 90,98%

Variable dependiente: Sólidos solubles (*Brix) 1
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 7,33 7,33 0,66 0,452
 Elaboración 1 46,75 46,75 4,23 0,095
 Error 5 55,25 11,05
 Total 7 109,34
 S = 3,32429 R-Sq = 49,47% R-Sq(adj) = 29,25%

Variable dependiente: Sólidos solubles (*Brix) 2
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 44,983 44,983 4,99 0,076
 Elaboración 1 4,545 4,545 0,50 0,509
 Error 5 45,044 9,009
 Total 7 94,572
 S = 3,00147 R-Sq = 52,37% R-Sq(adj) = 33,32%

Variable dependiente: Fructosa (g/100 g de MF) 1
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,905 0,905 0,54 0,497
 Elaboración 1 0,003 0,003 0,00 0,967
 Error 5 8,420 1,684
 Total 7 9,328
 S = 1,29772 R-Sq = 9,73% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Fructosa (g/100 g de MF) 2
 FV GL SC CM F S

Cultivo 1 0,0443 0,0443 0,13 0,738
 Elaboración 1 0,1093 0,1093 0,31 0,602
 Error 5 1,7684 0,3537
 Total 7 1,9220
 S = 0,594717 R-Sq = 7,99% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Glucosa (g/100 g de MF) 1
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,053 0,053 0,02 0,903
 Elaboración 1 0,113 0,113 0,04 0,858
 Error 5 15,977 3,195
 Total 7 16,143
 S = 1,78759 R-Sq = 1,03% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Glucosa (g/100 g de MF) 2
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,004 0,004 0,00 0,965
 Elaboración 1 0,013 0,013 0,01 0,934
 Error 5 8,411 1,682
 Total 7 8,427
 S = 1,29698 R-Sq = 0,19% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Sacarosa (g/100 g de MF) 1
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 8,020 8,020 2,10 0,207
 Elaboración 1 1,030 1,030 0,27 0,626
 Error 5 19,127 3,825
 Total 7 28,177
 S = 1,95586 R-Sq = 32,12% R-Sq(adj) = 4,96%

Variable dependiente: Sacarosa (g/100 g de MF) 2
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 13,755 13,755 5,32 0,069
 Elaboración 1 0,123 0,123 0,05 0,836
 Error 5 12,927 2,585
 Total 7 26,805
 S = 1,60793 R-Sq = 51,77% R-Sq(adj) = 32,48%

Variable dependiente: Acidez (g de ácido cítrico/100 g de MF) 1
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,00080000 0,00080000 10,00 0,025
 Elaboración 1 0,00000000 0,00000000 0,00 1,000
 Error 5 0,00040000 0,00080000
 Total 7 0,00120000
 S = 0,00894427 R-Sq = 66,67% R-Sq(adj) = 53,33%

Variable dependiente: Acidez (g de ácido cítrico/100 g de MF) 2
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,0010125 0,0010125 9,00 0,030
 Elaboración 1 0,0000125 0,0000125 0,11 0,752
 Error 5 0,0005625 0,0001125
 Total 7 0,0015875
 S = 0,0106066 R-Sq = 64,57% R-Sq(adj) = 50,39%

Variable dependiente: pH 1
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,004512 0,004512 3,24 0,132
 Elaboración 1 0,007812 0,007812 5,61 0,064
 Error 5 0,006962 0,001392
 Total 7 0,019287
 S = 0,0373162 R-Sq = 63,90% R-Sq(adj) = 49,46%

Variable dependiente: pH 2
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,002813 0,002813 0,57 0,483
 Elaboración 1 0,000612 0,000612 0,13 0,738
 Error 5 0,024463 0,004893
 Total 7 0,027888
 S = 0,0699464 R-Sq = 12,28% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Actividad de agua 1
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,00080000 0,00080000 10,00 0,025
 Elaboración 1 0,00000000 0,00000000 0,00 1,000
 Error 5 0,00040000 0,00080000
 Total 7 0,00120000
 S = 0,00894427 R-Sq = 66,67% R-Sq(adj) = 53,33%

Variable dependiente: Actividad de agua 2
 FV GL SC CM F S
 Cultivo 1 0,00099013 0,00099013 10,43 0,023
 Elaboración 1 0,00001513 0,00001513 0,16 0,706
 Error 5 0,00047463 0,00009493
 Total 7 0,00147988
 S = 0,00974295 R-Sq = 67,93% R-Sq(adj) = 55,10%

Variable dependiente: Materia seca 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	28,013	28,013	4,55	0,086
Elaboración	1	0,183	0,183	0,03	0,870
Error	5	30,790	6,158		
Total	7	58,985			

S = 2,48152 R-Sq = 47,80% R-Sq(adj) = 26,92%

Variable dependiente: Materia seca 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	8,201	8,201	0,94	0,377
Elaboración	1	1,170	1,170	0,13	0,729
Error	5	43,573	8,715		
Total	7	52,945			

S = 2,95205 R-Sq = 17,70% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Cenizas (g/100 g MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0078125	0,0078125	24,80	0,004
Elaboración	1	0,0000125	0,0000125	0,04	0,850
Error	5	0,0015750	0,0003150		
Total	7	0,0094000			

S = 0,0177482 R-Sq = 83,24% R-Sq(adj) = 76,54%

Variable dependiente: Cenizas (g/100 g MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0019531	0,0019531	10,11	0,025
Elaboración	1	0,0007031	0,0007031	3,64	0,115
Error	5	0,0009656	0,0001931		
Total	7	0,0036219			

S = 0,0138969 R-Sq = 73,34% R-Sq(adj) = 62,67%

Variable dependiente: L* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,2145	0,2145	0,28	0,618
Elaboración	1	3,1375	3,1375	4,13	0,098
Error	5	3,7942	0,7588		
Total	7	7,1462			

S = 0,871110 R-Sq = 46,91% R-Sq(adj) = 25,67%

Variable dependiente: L* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,69031	0,69031	7,04	0,045
Elaboración	1	0,00361	0,00361	0,04	0,855
Error	5	0,49046	0,09809		
Total	7	1,18439			

S = 0,313197 R-Sq = 58,59% R-Sq(adj) = 42,03%

Variable dependiente: a* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,000	0,000	0,00	1,000
Elaboración	1	18,973	18,973	5,85	0,060
Error	5	16,206	3,241		
Total	7	35,179			

S = 1,80032 R-Sq = 53,93% R-Sq(adj) = 35,51%

Variable dependiente: a* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	2,2791	2,2791	2,68	0,162
Elaboración	1	0,1596	0,1596	0,19	0,683
Error	5	4,2508	0,8502		
Total	7	6,6895			

S = 0,922037 R-Sq = 36,46% R-Sq(adj) = 11,04%

Variable dependiente: b* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0145	0,0145	0,02	0,891
Elaboración	1	2,7145	2,7145	3,94	0,104
Error	5	3,4487	0,6897		
Total	7	6,1776			

S = 0,830506 R-Sq = 44,17% R-Sq(adj) = 21,84%

Variable dependiente: b* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	3,4980	3,4980	4,87	0,079
Elaboración	1	0,4095	0,4095	0,57	0,484
Error	5	3,5943	0,7189		
Total	7	7,5018			

S = 0,847852 R-Sq = 52,09% R-Sq(adj) = 32,92%

Variable dependiente: a*/b* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,89111	0,89111	24,05	0,054
Elaboración	1	0,01711	0,01711	0,46	0,527
Error	5	0,18526	0,03705		
Total	7	1,09349			

S = 0,192490 R-Sq = 83,06% R-Sq(adj) = 76,28%

Variable dependiente: a*/b* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,8321	0,8321	2,27	0,193
Elaboración	1	0,1513	0,1513	0,41	0,549
Error	5	1,8361	0,3672		
Total	7	2,8194			

S = 0,605979 R-Sq = 34,88% R-Sq(adj) = 8,83%

Variable dependiente: C* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,003	0,003	0,00	0,978
Elaboración	1	21,582	21,582	5,92	0,059
Error	5	18,240	3,648		
Total	7	39,825			

S = 1,90996 R-Sq = 54,20% R-Sq(adj) = 35,88%

Variable dependiente: C* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	5,882	5,882	5,16	0,072
Elaboración	1	0,024	0,024	0,02	0,890
Error	5	5,697	1,139		
Total	7	11,604			

S = 1,06742 R-Sq = 50,90% R-Sq(adj) = 31,27%

Variable dependiente: H* 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,13	0,13	0,01	0,926
Elaboración	1	2,68	2,68	0,20	0,672
Error	5	66,49	13,30		
Total	7	69,30			

S = 3,64675 R-Sq = 4,05% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: H* 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	25,53	25,53	1,64	0,256
Elaboración	1	15,71	15,71	1,01	0,361
Error	5	77,77	15,55		
Total	7	119,01			

S = 3,94390 R-Sq = 34,65% R-Sq(adj) = 8,51%

Variable dependiente: Ácido cítrico (g/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,026802	0,026802	9,96	0,025
Elaboración	1	0,010307	0,010307	3,83	0,108
Error	5	0,013451	0,002690		
Total	7	0,050559			

S = 0,0518662 R-Sq = 73,40% R-Sq(adj) = 62,76%

Variable dependiente: Ácido cítrico (g/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,038788	0,038788	5,78	0,061
Elaboración	1	0,047686	0,047686	7,10	0,045
Error	5	0,033579	0,006716		
Total	7	0,120053			

S = 0,0819497 R-Sq = 72,03% R-Sq(adj) = 60,84%

Variable dependiente: Ácido oxálico (g/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0038347	0,0038347	9,67	0,027
Elaboración	1	0,0000079	0,0000079	0,02	0,893
Error	5	0,0019836	0,0003967		
Total	7	0,0058262			

S = 0,0199178 R-Sq = 65,95% R-Sq(adj) = 52,34%

Variable dependiente: Ácido oxálico (g/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0026173	0,0026173	3,73	0,111
Elaboración	1	0,0001730	0,0001730	0,25	0,641
Error	5	0,0035085	0,0007017		
Total	7	0,0062987			

S = 0,0264894 R-Sq = 44,30% R-Sq(adj) = 22,02%

Variable dependiente: Ácido málico (g/100 g de MF) 1

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0108892	0,0108892	99,98	0,000
Elaboración	1	0,0000881	0,0000881	0,81	0,410
Error	5	0,0005445	0,0001089		
Total	7	0,0115218			

S = 0,0104359 R-Sq = 95,27% R-Sq(adj) = 93,38%

Variable dependiente: Ácido málico (g/100 g de MF) 2

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0107715	0,0107715	79,53	0,000
Elaboración	1	0,0001005	0,0001005	0,74	0,428

Error 5 0,0006772 0,0001354
 Total 7 0,0115491
 S = 0,0116379 R-Sq = 94,14% R-Sq(adj) = 91,79%

Variable dependiente: Ácido ascórbico (mg/100 g de MF) 1

	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	19,72	19,72	0,79	0,414
Elaboración	1	1,52	1,52	0,06	0,814
Error	5	124,44	24,89		
Total	7	145,69			

S = 4,98886 R-Sq = 14,58% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Ácido ascórbico (mg/100 g de MF) 2

	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	80,68	80,68	1,65	0,255
Elaboración	1	9,34	9,34	0,19	0,680
Error	5	244,47	48,89		
Total	7	334,49			

S = 6,99244 R-Sq = 26,91% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Fenoles totales (mg de ácido tánico/100 g MF) 1

	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,00000587	0,00000587	0,28	0,619
Elaboración	1	0,00000413	0,00000413	0,20	0,676
Error	5	0,00010479	0,00002096		
Total	7	0,00011478			

S = 0,00457792 R-Sq = 8,71% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Fenoles totales (mg de ácido tánico/100 g MF) 2

	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,00002945	0,00002945	1,75	0,244
Elaboración	1	0,00000026	0,00000026	0,02	0,906
Error	5	0,00008431	0,00001686		
Total	7	0,00011403			

S = 0,00410644 R-Sq = 26,06% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Sodio (Na) (mg/100 g MF)

	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,480	0,480	0,09	0,773
Elaboración	1	2,699	2,699	0,52	0,503
Error	5	25,996	5,199		
Total	7	29,175			

S = 2,28019 R-Sq = 10,90% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Potasio (K) (mg/100 g MF)

	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	929,53	929,53	39,16	0,002
Elaboración	1	83,81	83,81	3,53	0,119
Error	5	118,67	23,73		
Total	7	1132,02			

S = 4,87175 R-Sq = 89,52% R-Sq(adj) = 85,32%

Variable dependiente: Magnesio (Mg) (mg/100 g MF)

	GL	SC	CM	F	P
Cultivo	1	0,9310	0,9310	1,55	0,268
Elaboración	1	2,9486	2,9486	4,92	0,077
Error	5	2,9967	0,5993		
Total	7	6,8763			

S = 0,774171 R-Sq = 56,42% R-Sq(adj) = 38,99%

Variable dependiente: Calcio (Ca) (mg/100 g MF)

	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	12,115	12,115	7,48	0,041
Elaboración	1	24,287	24,287	14,99	0,012
Error	5	8,100	1,620		
Total	7	44,502			

S = 1,27276 R-Sq = 81,80% R-Sq(adj) = 74,52%

Variable dependiente: Litio (Li) (mg/100 g MF)

	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,000211	0,000211	0,16	0,707
Elaboración	1	0,000617	0,000617	0,46	0,526
Error	5	0,006646	0,001329		
Total	7	0,007474			

S = 0,0364583 R-Sq = 11,07% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Hierro (Fe) (mg/100 g MF)

	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0068	0,0068	0,06	0,819
Elaboración	1	0,1903	0,1903	1,63	0,257
Error	5	0,5823	0,1165		
Total	7	0,7793			

S = 0,341251 R-Sq = 25,28% R-Sq(adj) = 0,00%

Variable dependiente: Manganeseo (Mn) (mg/100 g MF)

	GL	SC	CM	F	S
--	----	----	----	---	---

Cultivo	1	0,0006364	0,0006364	1,38	0,294
Elaboración	1	0,0008293	0,0008293	1,79	0,238
Error	5	0,0023118	0,0004624		
Total	7	0,0037774			

S = 0,0215026 R-Sq = 38,80% R-Sq(adj) = 14,32%

Variable dependiente: Cobre (Cu) (mg/100 g MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0006266	0,0006266	2,57	0,170
Elaboración	1	0,0004545	0,0004545	1,86	0,231
Error	5	0,0012210	0,0002442		
Total	7	0,0023021			

S = 0,0156270 R-Sq = 46,96% R-Sq(adj) = 25,75%

Variable dependiente: Zinc (Zn) (mg/100 g MF)

FV	GL	SC	CM	F	S
Cultivo	1	0,0000018	0,0000018	0,01	0,928
Elaboración	1	0,0000019	0,0000019	0,01	0,926
Error	5	0,0009605	0,0001921		
Total	7	0,0009641			

S = 0,0138598 R-Sq = 0,37% R-Sq(adj) = 0,00%